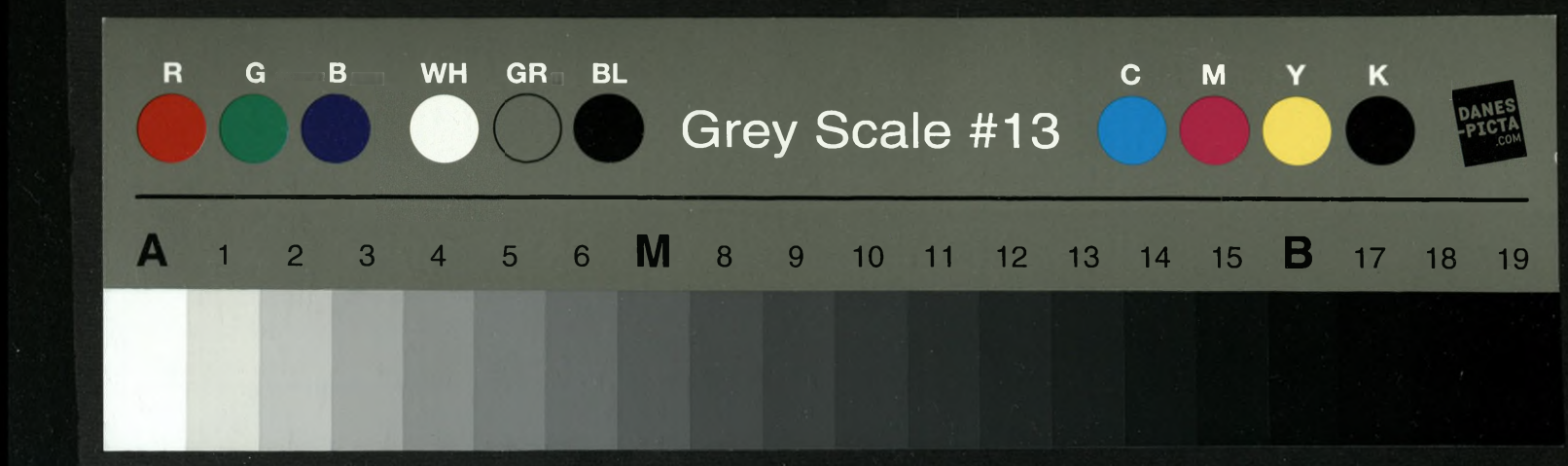


AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

STUDIUM PRZYSZŁOŚCI SIŁ POWIETRZNYCH

CZĘŚĆ I

UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH 2025

4.42.1.0

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej
57817
09-057817-000-0

BIBLIOTEKA GŁÓWNA – ARCHIWUM
Nr ewid.

57817

WARSZAWA 2004

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

BIBLIOTEKA GŁÓWNA AKADEMII OBRONY NARODOWEJ
Nr 57817

UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH 2025

Praca badawcza

(42.1.0)

WARSZAWA 2004

Zespół autorski:

1. Płk pil. dr hab. Stanisław ZAJAS – kierownik zespołu – wstęp, podrozdz. 1.1, 1.4, 1.5, zakończenie, bibliografia.
2. Płk pil. dr hab. Janusz KARPOWICZ – rozdz. 2.
3. płk dr hab. Ryszard SZPYRA – podrozdz. 1.2, 1.3.

Recenzent: prof. dr hab. Wojciech MICHALAK

SPIS TREŚCI

WSTĘP 5

Rozdział 1. UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH DO ROKU 2025 WYNIKAJĄCE Z PRAWDOPODOBNEGO ROZWOJU SYTUACJI POLITYCZNO-MILITARNEJ ORAZ NOWYCH ZAGROŻEŃ CYWILIZACYJNYCH 8

1.1. Uwarunkowania rozwoju światowej sytuacji polityczno-militarnej do roku 2025 8

1.2. Nowe zagrożenia cywilizacyjne 14

1.3. Nowe koncepcje użycia sił militarnych 33

1.3.1.Walka sieciocentryczna (Network Centric Warfare) 38

1.3.2. Potrzeby w zakresie zdolności sił 41

1.4. Kierunki rozwoju sił zbrojnych Sojuszu Północnoatlantyckiego w aspekcie przeciwdziałania nowym zagrożeniom militarnym i cywilizacyjnym 48

1.5. Wnioski – implikacje dla rozwoju sił powietrznych do 2025 roku ... 57

Rozdział 2. NOWE TECHNOLOGIE I ICH WPŁYWG NA ROZWÓJ SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU 62

2.1. Wpływ nowych technologii na rozwój lotnictwa sił powietrznych... 64

2.1.1. Technologia stealth 64

2.1.2. Rozwój konstrukcji płatowców i wysoka manewrowość 94

2.1.3. Pokładowe urządzenia nawigacyjno- celownicze 100

2.1.4. Systemy uzbrojenia samolotów XXI wieku 117

2.1.5. Bezzałogowe statki powietrzne 125

2.1.6. Powietrzne systemy rozpoznawczo-uderzeniowe 149

2.2. Wpływ nowych technologii na rozwój wojsk rakietowych sił powietrznych 168

2.3. Wpływ nowych technologii na rozwój systemów rozpoznania i dowodzenia sił powietrznych 179

PODSUMOWANIE 189

BIBIOGRAFIA 193

WSTĘP

Zmiany w sytuacji polityczno-militarnej na świecie na przełomie wieków mają bezpośredni wpływ na zmiany koncepcji bezpieczeństwa światowego oraz na zmiany koncepcji rozwoju sił zbrojnych w poszczególnych państwach. Decydujący wpływ ma zmiana wachlarza zagrożeń. Należy podkreślić, że zmniejszyła się prawie do zera groźba wybuchu konfliktu globalnego. Bezpośrednią przyczyna takiego stanu jest upadek i rozwiązanie Układu Warszawskiego oraz rozszerzenie się obszaru demokracji, przede wszystkim w Europie. Niektóre państwa, które poprzednio były politycznymi i militarnymi przeciwnikami, są obecnie członkami jedynego sojuszu obronnego, jakim jest NATO. Rozszerzenie strefy bezpieczeństwa europejskiego sprzyja też przyjęcie kolejnych państw do Unii Europejskiej, przez co wysokie standardy w zakresie bezpieczeństwa międzynarodowego zwiększają się. Polska, jako członek Sojuszu Północnoatlantyckiego oraz Unii Europejskiej ma zapewnione gwarancje bezpieczeństwa zbiorowego. Niemniej jednak, chcąc uczestniczyć aktywnie na rzecz bezpieczeństwa państwowego i zbiorowego, musi aktywnie działać również w sferze rozwoju sił zbrojnych, które są niezbędne do zapewnienia tych gwarancji.

Na rozwój sił zbrojnych bezpośredni wpływ ma również pojawienie się jakościowo nowych zagrożeń, co powoduje, że sytuacja międzynarodowa staje się mniej stabilna i przewidywalna. Do tych zagrożeń możemy zaliczyć konflikty na tle religijnym, ekonomicznym, kulturowym, politycznym, czy ideologicznym. Konflikty te mogą być źródłem terroryzmu, zarówno obecnie, jak i w przyszłości

Również niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia oraz środków jej przenoszenia staje się zagrożeniem dla całych regionów. Terytorium Polski może znaleźć się w najbliższych latach w zasięgu rakiet spoza Europy, którymi będą dysponować państwa totalitarne.

Wskazuje to na możliwość powstania zagrożeń z dala od granic naszego państwa. To sprawia, że mogą powstać zagrożenia, którym będzie musiała przeciwdziałać demokratyczna i dobrze zorganizowana społeczność międzynarodowa, włącznie z użyciem siły militarnej do przywrócenia pokoju i zaprowadzenia demokracji.

Przełom XX i XXI wieku, a szczególnie wojna przeciwko Irakowi wskazują na dynamiczny rozwój systemów walki oraz systemów zabezpieczających funkcjonowa-

nie sił zbrojnych oraz na zmiany w koncepcjach ich użycia. Charakter przyszłych zagrożeń militarnych i pozamilitarnych będzie miał znaczący wpływ na rozwój tych systemów.

Również zmiany polityczno-militarne zachodzące w Sojuszu Północnoatlantyckim wskazują, ze niezbędny będzie kolektywny wysiłek w rozwój przyszłych sił zbrojnych, polegający na określonym wkładzie państw członkowskich w tworzenie wymaganych zdolności obronnych, w tym w odniesieniu do sił powietrznych.

Dlatego niezbędne jest zbadanie metodami naukowymi zasadniczych uwarunkowań i wyznaczników rozwoju sił powietrznych w długiej perspektywie czasowej (dwadzieścia lat) i na tej podstawie sformułowanie założeń rozwoju oraz zmian w koncepcjach użycia systemów rozpoznania i walki radioelektronicznej, lotnictwa sił powietrznych i naziemnych sił obrony powietrznej a także systemu dowodzenia.

Opracowanie tej problematyki jest niezbędne z punktu widzenia opracowywania nowych, sześcioletnich programów rozwoju sił powietrznych, dla których będzie ona punktem odniesienia

Celem przeprowadzonych badań było poznanie i wskazanie głównych wyznaczników oraz uwarunkowań rozwoju sił powietrznych do 2025 roku. Osiągnięcie założonego celu badań możliwe było dzięki rozwiązaniu następujących **problemów naukowych:**

1. Jakie będą uwarunkowania rozwoju sytuacji polityczno-militarnej do roku 2025?

2. Jakie mogą powstać zagrożenia cywilizacyjne do roku 2025?

3. Jakie są nowe koncepcje użycia sił militarnych i kierunki rozwoju sił zbrojnych NATO w aspekcie przeciwdziałania nowym zagrożeniom militarnym i cywilizacyjnym oraz wynikające stąd implikacje dla rozwoju sił powietrznych?

4. Jakie nowe technologie mogą być wdrażane w siłach powietrznych do roku 2025 i jaki to będzie miało wpływ na rozwój lotnictwa sił powietrznych, wojsk obrony przeciwlotniczej oraz systemów rozpoznania i dowodzenia.

Badania prowadzono metodami analizy, syntezy, porównania, uogólnienia oraz ocen ekspertów. Szczególną uwagę skupiono na badaniach przyszłych zagrożeń i uwarunkowań rozwoju sił zbrojnych, a w tym sił powietrznych oraz założeń NA-

TO-wskich i krajowych dokumentów o charakterze doktrynalnym, standaryzacyjnym oraz koncepcyjnym.

Rezultaty badań konfrontowano poprzez wywiady i oceny ekspertów. Dzięki zastosowaniu takiej procedury badawczej osiągnięte rezultaty dociekań naukowych są obiektywne.

Przeprowadzone badania umożliwiły rozwiązanie wskazanych wyżej problemów naukowych i osiągnięcie celu badań. Rezultaty badań zawarte są w dwóch rozdziałach. **W rozdziale pierwszym** prezentowane są rezultaty analiz i ocen dotyczących uwarunkowań rozwoju światowej sytuacji polityczno-militarnej oraz powstania nowych zagrożeń cywilizacyjnych w aspekcie nowych koncepcji użycia sił militarnych i kierunków rozwoju sił zbrojnych NATO. Na tej podstawie sformułowano implikacje dla rozwoju sił powietrznych do roku 2025.

Rozdział drugi zawiera rezultaty badań dotyczących wpływu nowych technologii w siłach powietrznych na rozwój lotnictwa, systemów obrony przeciwlotniczej oraz wykrywania i dowodzenia tych sił do roku 2025.

Rozdział 1

UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH DO ROKU 2025 WYNIKAJĄCE Z PRAWDOPODOBNEGO ROZWOJU SYTUACJI POLITYCZNO-MILITARNEJ ORAZ NOWYCH ZAGROŻEŃ CYWILIZACYJNYCH

W rozdziale przedstawione są rezultaty dociekań naukowych, które odpowiadają na pytanie, będące pierwszym problemem badawczym: jakie będą uwarunkowania rozwoju sił powietrznych do roku 2025 wynikające z prawdopodobnego rozwoju sytuacji polityczno-militarnej oraz nowych zagrożeń cywilizacyjnych?

1.1. Uwarunkowania rozwoju światowej sytuacji polityczno-militarnej do roku 2025

W ciągu piętnastu lat diametralnie zmieniła się sytuacja polityczno-militarna na świecie. Do najważniejszych, najbardziej znaczących wydarzeń należy zaliczyć rozwiązanie Układu Warszawskiego oraz wprowadzenie demokratycznych rządów w większości państw należących do tego Układu. W konsekwencji „upadł" mur berliński, połączyły się dwa państwa niemieckie, do NATO, jako pełnoprawni członkowie zostały przyjęte w 1999 r. Węgry, Czechy i Polska, a w 2004 r. kolejnych dziewięć państwa (Estonia, Łotwa, Litwa, Słowacja, Rumunia, Słowenia, Bułgaria i Macedonia). Pomimo wojny w byłej Jugosławii w 1999 r., znacząco wzrósł poziom bezpieczeństwa państw Europy. Ocenia się, że prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego o dużej skali w Europie jest bardzo niskie. Pojawiły się nowe zagrożenia o zasięgu i znaczeniu globalnym, do których zalicza się międzynarodowy terroryzm, proliferacje broni masowego rażenia, możliwości wybuchu krwawych konfliktów lokalnych o podłożu religijnym lub etnicznym, z dala od granic Sojuszu. Powoduje to, że koncepcje militarne, zarówno Sojuszu Północnoatlantyckiego, jak i czołowych państw świata musiały ulec zmianie i ciągle ewoluują.

Również ataki terrorystyczne z 11 września 2001 r. w Stanach Zjednoczonych, czy w Hiszpanii w dniu 11 marca 2004 r. oraz przeprowadzenie kampanii zbrojnej przeciwko reżimowi Saddama Hussajna mają duże znaczenie dla rozwoju sytuacji na

początku XXI wieku i będą miały znaczące implikacje w tym obszarze w kolejnych dekadach tego wieku.

Należy podkreślić, że oprócz wymienionych faktów na rozwój sytuacji polityczno-militarnej obecnie i w perspektywie 20 lat wpływ będzie miało:

- przekształcenie się Sojuszu Północnoatlantyckiego z polityczno-militarnego
- w sojusz o wzrastającym znaczeniu politycznym;
- rozszerzenie się Unii Europejskiej oraz jej rozwój;
- wzrost znaczenia Stanów Zjednoczonych jako potęgi militarnej, zarówno dla świata, jak i dla Europy i Unii Europejskiej;
- wzrost potęgi ekonomicznej oraz militarnej Chin oraz umocnienie się wpływu tego państwa na światową ekonomię, na światowy rynek finansowy oraz przyszłość rynku globalnego[1].

Sytuacja po zakończeniu „zimnej wojny" spowodowała otwieranie się granic państw, wzrost znaczenia handlu międzynarodowego, przemieszczanie się inwestycji w rejony, gdzie zyski są największe, a warunki inwestowania najlepsze, przy najniższych kosztach produkcji. Spowodowała także rozwój technologii i rozszerzenie się demokracji, co przynosi wolność i prosperitę dla wielu ludzi. Jednakże proces globalizacji przynosi też frustracje i niezadowolenie. Dlatego w świecie ciągle istnieją punkty zapalne, wybuchają konflikty zbrojne i wojny domowe. Od 1990 roku prawie 4 miliony ludzi zostało zabitych w działaniach wojennych, z czego 90% było cywilami. Ponad 18 milionów straciło swoje domy w wyniku konfliktów[2].

Jak wynika z ocen aktualnej sytuacji ekonomicznej świata prawie trzy miliardy populacji światowej (około 50%) żyje za mniej niż dwa euro dziennie. 45 milionów ludzi umiera co roku z głodu. AIDS jest obecnie jedną z najgroźniejszych chorób i ma wpływ na upadek lub degradację społeczeństw, szczególnie w Afryce. Należy podkreślić, że obecnie groźne choroby mogą się rozszerzać błyskawicznie, w wyniku masowych przemieszczeń ludzi i stanowić globalne zagrożenie.

Wszelkie konflikty nie tylko niszczą infrastrukturę, ale zachęcają przestępców do rabunków i zniszczeń, przeszkadzają w ustanowieniu prawidłowych zależności

---

[1] A secure Europe in a better world. European Security Strategy. Brussels, 12 December 2033, s.1.

[2] Tamże, s. 2.

ekonomicznych oraz nie sprzyjają rozwojowi normalnej aktywności ludzi i społeczeństw.

Światowe zasoby energii są obiektem szczególnej troski i zabiegów. Europa jest największym importerem światowym ropy naftowej i gazu – obecnie stanowi to 50% światowej konsumpcji. W przyszłości konsumpcja tych surowców przez Europę w związku z dynamicznym rozwojem ekonomicznym nowych państw Unii Europejskiej może się jeszcze zwiększyć. Obecnie obserwujemy także, że Chiny są coraz większym konsumentem światowych zasobów ropy naftowej i gazu oraz innych surowców, co ma ogromny wpływ na wzrost ich cen. Regionami o szczególnym znaczeniu z punktu widzenia surowców energetycznych są: region Bliskiego Wschodu (państwa Zatoki Perskiej), Rosja oraz Północna Afryka. Te rejony są i będą rejonami szczególnego zainteresowania zarówno w sferze polityki, jak i ekonomii oraz sfery militarnej.

Współzawodnictwo (walka) o światowe zasoby surowców w następnych dekadach będzie prawdopodobnie kreować przyszłe turbulencje w migracji ludności, a to z kolei będzie powodować napięcia społeczne, które mogą być przyczyną konfliktów o podłożu militarnym.

Jakie zatem będą przyszłe, największe zagrożenia, które będą miały wpływ na kierunki militarnego wykorzystania sił zbrojnych oraz kierunki rozwoju tworzących je komponentów?

Jak to już zostało podkreślone wcześniej, agresja militarna o dużej skali w Europie, przeciwko członkom NATO, ale także i przeciwko innym państwom naszego regionu jest niemożliwa. Jednakże powstają nowe zagrożenia, które są bardziej zróżnicowane, mniej zauważalne i mniej przewidywalne.

Analizy oficjalnych dokumentów, w których zawarte są oceny współczesnych i przyszłych zagrożeń oraz rozwoju sytuacji polityczno-militarnej w bliższej i dalszej przyszłości wskazują, że do głównych zagrożeń będą należały:[3]

- terroryzm;
- proliferacja broni masowego rażenia;
- konflikty regionalne;

[3] A secure Europe in a better world, op. cit.; Strategia bezpieczeństwa narodowego RP. MON, Warszawa 2003.
Strategia wojskowa RP. MON, Warszawa 2004.

- upadek (rozkład) niektórych państw:
- zorganizowana przestępczość:
- inne, trudne obecnie do zdefiniowania.

Terroryzm jest obecnie największym i trudnym do przewidzenia ryzykiem dla życia ludzi w różnych regionach kuli ziemskiej. Wpływa bezpośrednio i ujemnie na otwartość i tolerancję społeczeństw. Obecnie, w sytuacji szerokiego frontu walki z terroryzmem, na całym świecie, a szczególnie prowadzenia operacji stabilizacyjnej w Iraku rośnie strategiczne zagrożenie dla całej Europy. Można przewidywać, że pomimo znacznych środków skierowanych przeciwko terroryzmowi, znaczenie tego zagrożenia nie będzie się zmniejszać w przyszłości, ponieważ terroryści dysponujący znacznymi funduszami, połączeni światową siecią internetową oraz zdeterminowani do użycia każdego rodzaju przemocy będą dążyli do spowodowania masowych strat.

Najszersza obecnie fala terroryzmu ma globalny wymiar i jest powiązana z okrutnym ekstremizmem religijnym. To powoduje nacisk na kulturalne, socjalne i polityczne warunki życia społeczeństw oraz alienację młodych ludzi żyjących w społeczeństwach za granicą.

Europa jest zarówno celem, jak i bazą dla terrorystów, bowiem bazy logistyczne Al Kaidy były wykryte w Wielkiej Brytanii, Włoszech, Niemczech, Hiszpanii i Belgii. Należy jednak podkreślić, że zagrożenie terroryzmem obejmuje całą kulę ziemską, a w świecie, który nazywany jest „globalną wioską" ataku można spodziewać się wszędzie.

Jak wskazują przeprowadzone analizy, sposób ataku, terrorystycznego oraz użyte do tego celu środki mogą być zróżnicowane. Uwzględniając fakt, że możliwości zdobycia przez terrorystów broni masowego rażenia lub wyrafinowanej techniki komputerowej mogą być coraz większe, to skutki takich ataków mogą mieć wymiar światowy. Np. zamach na systemy sterowania energetyką lub system zarządzania finansami może spowodować kryzys ekonomiczny nawet o zasięgu światowym.

Jak podkreśla się w strategii bezpieczeństwa narodowego RP „zagrożeniem dla poszczególnych państw, całych regionów, a także – w szczególnych okoliczno-

ściach – całego układu globalnego stała się niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia oraz środków przenoszenia"[4].

Zaawansowanie w badaniach nad bronią biologiczną w niektórych państwach oraz możliwości stworzenia broni biologicznej, a także możliwości zakupu w niektórych regionach broni chemicznej, materiałów rozszczepialnych, czy nawet broni jądrowej (np. walizkowych min jądrowych) może być dla terrorystów prosta drogą do zadania ogromnych strat i uzyskania rozgłosu, o który im właśnie chodzi. Poza tym w wielu państwach prowadzone są badania zmierzające do stworzenia broni masowego rażenia oraz środków jej przenoszenia. Jej posiadanie dla państw o systemach autorytarnych otwiera możliwości wywierania nacisku i tworzenia zagrożenia w odległych regionach. Korea Północna, Irak, Pakistan czy Libia, prowadząc prace na tymi rodzajami broni, tworzą zagrożenie dla Europy, czy najbardziej rozwiniętych państw Azji.

Regionalne konflikty, chociaż powstają nieraz z daleka od naszych państw mogą wywierać wpływ na sytuacje w całym świecie. Także regionalne konflikty, jak np. w Kaszmirze, na półwyspie koreańskim, czy konflikt izraelsko-palestyński mogą powstać na bazie ekstremizmu, terroryzmu lub upadku (rozkładu) państw. Tworzą też warunki do zorganizowanej przestępczości. Podłożem tych konfliktów mogą być problemy religijne, walki o władzę, odwieczne i tradycyjne antagonizmy. Zażegnanie takich konfliktów środkami politycznymi bywa trudne i wymaga często zaangażowania sił zbrojnych do wymuszenia postanowień rezolucji społeczności międzynarodowej.

Innym zagrożeniem, które występuje obecnie i będzie występować w przyszłości są uwarunkowania związane z upadkiem niektórych państw, które w wyniku korupcji, uzależnienia od władzy, słabych instytucji państwowych oraz utraty możliwości rządzenia, znajdują się w stanie rozkładu. Somalia, Liberia czy Afganistan pod rządami talibów są przykładem takich państw, które w wyniku upadku instytucji państwowych i innych wskazanych wyżej czynników upadły.

Europa jest bezpośrednim celem dla zorganizowanej przestępczości. Lecz to zagrożenie jest charakterystyczne w mniejszym lub większym zakresie dla wszystkich kontynentów. To przemyt przez granice narkotyków, kobiet, nielegalnych imigrantów, broni i innych środków dla różnorodnych form aktywności przestępczej.

[4] Strategia bezpieczeństwa narodowego RP, op. cit., s. 2.

Działalność taka zawsze jest związana ze złamaniem prawa, a walka z nią wymaga zaangażowania różnorodnych organów bezpieczeństwa państwa.

Powyższe analizy wskazują, że żyjemy i będziemy żyć w świecie, który w swoim rozwoju niesie nowe, pozytywne perspektywy, ale także większe zagrożenia niż te, które znamy obecnie. Zagrożenia teraźniejsze i przyszłe, chociaż często występują lokalnie, to poprzez sieć różnorodnych połączeń oddziaływują globalnie[5]. W polityce oznacza to, że należy myśleć globalnie, a przeciwdziałać zagrożeniom lokalnie.

Reasumując powyższe należy podkreślić, że w erze globalizacji, zagrożenia, które występują w odległych regionach świata mogą być równie groźne dla naszego państwa i naszego regionu jak te, które są na wyciągnięcie ręki. Nuklearna aktywność Korei Północnej, ryzyko nuklearne w południowej Azji czy proliferacja broni masowego rażenia na Bliskim Wschodzie powodują obawy w Europie.

Terroryści i kryminaliści są obecnie zdolni do działania na całym świecie. Ich aktywność na Bliskim Wschodzie, w środkowej czy południowo-wschodniej Azji mogą być zagrożeniem dla Europy i jej mieszkańców. Powszechna i globalna komunikacja zwiększa obawy Europy o regionalne konflikty lub humanitarne tragedie gdziekolwiek na świecie.

Do zakończenia zimnej wojny nasze tradycyjne pojmowanie obrony własnej bazowało na zagrożeniu inwazją. Nowe zagrożenia powodują, że pierwsza linia walki z nimi powinna najczęściej znajdować się za granicą.

W przeciwieństwie do masowych zagrożeń militarnych okresu „zimnej wojny", każde z nowych zagrożeń nie ma wyraźnego znaczenia militarnego. Przeciwdziałanie każdemu z nich wymaga różnorodnych środków. Proliferacji broni masowego rażenia można przeciwdziałać poprzez nacisk polityczny i ekonomiczny oraz ścisłą kontrolę eksportu tych środków. Walka z terroryzmem wymaga połączenia wysiłków wywiadu, policji, sądownictwa, sił zbrojnych i innych środków.

Regionalne konflikty powodują, że niezbędne są polityczne rozwiązania, czasami ekonomiczne naciski, a użycie sił zbrojnych i sił policji może być potrzebne w fazie po ich zakończeniu.

---

[5] Rynek globalny. Przyszłość rynku globalnego. www.socjalizm.org/publikacje/gospodarka /rynek-globalny.htm

W państwach w stanie rozkładu instrumenty (siły) militarne mogą być użyte do zaprowadzenia porządku i działań humanitarnych. Jak podkreśla się w opracowaniu „A secure Europe in a better world"[6] powoduje to dla państw demokratycznych potrzebę bycia bardziej aktywnymi, bardziej współpracującymi i bardziej zdolnymi do przeciwdziałania tym zagrożeniom. Bycie bardziej aktywnym oznacza dla państw (sojuszu, organizacji państw) potrzebę posiadania pełnego spektrum instrumentów do zarządzania i przeciwdziałania kryzysom, włączając w to działalność polityczną, dyplomatyczną, militarną i cywilną. Aktywna polityka oznacza gotowość do przeciwdziałania nowym, dynamicznym zagrożeniom. To oznacza, że potrzebujemy zdolności do działań, zanim pojawią się symptomy zagrożeń. Zaangażowanie prewencyjne może pozwolić na uniknięcie powstania bardziej poważnych problemów w przyszłości. Potrzeba posiadania większych zdolności przeciwdziałania zagrożeniom oznacza potrzebę transformacji sił zbrojnych w bardziej elastyczne i mobilne siły, które będą bardziej zdolne do obrony w efektywny sposób, adekwatnie do skali zagrożenia.

Użycie wystarczających (niezbędnych) komponentów wydzielanych przez współdziałające państwa powinno wyeliminować duplikację tych samych sił, ich przerosty i w średnio długim czasie zwiększyć możliwości.

Zwiększając zdolności w różnorodnych obszarach powinniśmy myśleć o szerszym spektrum misji, w tym prowadzenie połączonych operacji militarnych.

Będziemy też silniejsi, jeżeli będziemy działać razem na bazie wspólnej, powszechnej europejskiej polityki zagranicznej i bezpieczeństwa oraz polityki obronnej. To oznacza potrzebę współpracy z partnerami, ponieważ przeciwdziałanie wspólnym zagrożeniom razem zwiększa zdolności i umacnia zaufanie.

1.2. Nowe zagrożenia cywilizacyjne

Obecny rewolucyjny rozwój cywilizacji odciska swoje piętno niemalże na każdej sferze ludzkiej działalności. Szczególnie dramatyczny wymiar tego wpływu uwidocznił się na płaszczyźnie wzajemnej rywalizacji i walki cywilizacji, narodów i państw. W rezultacie tego w XX wieku zginęło około 100 milionów ludzi nie licząc ofiar rewolucji (np. w Rosji) i prześladowań wewnętrznych. Cywilizacyjne możliwości niszczenia osiągnęły absurdalne, bo umożliwiające zagładę ludzkości, granice.

---

[6] Op. cit., s. 11.

Równocześnie mamy do czynienia z ogromnym postępem edukacji i wzrostu świadomości całych narodów i cywilizacji. Potęguje to zjawisko, powszechny dostęp do informacji i wiedzy. Systematycznie umacnia się i poszerza swój zasięg system demokracji. Pojawiają się także nowe możliwości skutecznego stosowania przemocy, która ma inną formę niż zabijanie ludzi oraz palenie, burzenie i fizyczne niszczenie materialnych obiektów cywilizacji.

Jednocześnie świat nie pozbył się jeszcze całkowicie zwolenników dotychczasowych form walki. Mimo braku zagrożenia konfliktem globalnym ciągle istnieją i rodzą się nowe konflikty regionalne, będące źródłem znacznej ilości ofiar, zniszczeń i innych cierpień narodów.

Znaczne rzesze intelektualistów świata dyskutują i poszukują odpowiedzi na pytania: Jaki jest współczesny świat i w jakim kierunku zmierza? Jakie są najistotniejsze zmiany współczesnej cywilizacji? Czy stabilizuje się z tendencją wygaszania sprzeczności i konfliktów czy odwrotnie?

Z jednej strony cywilizacja ludzka podlega dynamicznemu rozwojowi, z drugiej ma ona także na swoim koncie dwie straszliwe wojny światowe i zbrodnicze systemy, które wyniszczyły ogromne rzesze ludności. Politolog z Uniwersytetu w Toronto Thomas Homer-Dixon jest katastrofistą[7]. Twierdzi, że nadchodzące klęski ekologiczne wymuszą migrację setek milionów ludzi i załamywanie się granic państwowych pod naporem przybyszów. Eseista i komentator polityczny Robert D. Kaplan oraz historyk wojen Martin van Creveld z Hebrajskiego Uniwersytetu w Jerozolimie uważają, że zmierzch wysoko zorganizowanych państw narodowych doprowadzi do anarchizacji świata: nędza, epidemie i wojny lokalne wymuszą migracje ludności na skalę nie spotykaną od czasów wędrówki ludów w Eurazji. Wszystko to widzimy już dzisiaj w Afryce. Autorzy stawiają tezę, iż przyszłość przyniesie pogorszenie się sytuacji.

Pod ciśnieniem nędzy strumyki afrykańskich uciekinierów już od dawna przebijają się do Europy przez Morze Śródziemne. Według prasy hiszpańskiej, spośród setek afrykańskich uciekinierów, próbujących na co dzień przepłynąć na łódkach i tratwach z Maroka do południowych wybrzeży Portugalii i Hiszpanii, połowa ginie na morzu, służby graniczne przechowują i deportują 40 procent, dziesięciu procentom

[7] Jastrzębowski J. Czyj będzie wiek XXI? Nowy Dziennik. Przegląd Polski. 2 stycznia 1997.

udaje się dotrzeć do najbliższej stacji kolejowej. W ciągu doby znajdują się w Paryżu lub Brukseli i giną z oczu. Jest to początek wzbierającej fali.

W Niemczech jest już blisko osiem milionów imigrantów (przeważnie Turków, Kurdów i byłych Jugosłowian), z tego dwa miliony nielegalnych. Francja (przybysze z Maghrebu i Afryki) ma ich, proporcjonalnie do liczby ludności, jeszcze więcej. Stąd zjawisko Le Pana. W Szwajcarii, co piąty mieszkaniec jest emigrantem.

Stany Zjednoczone barykadują granicę z Meksykiem, aby uchronić się przed zalewem uciekinierów z Gwatemali, Salwadoru, Hondurasu. Tysiące kilometrów płotu z drutem kolczastym, całodobowa obserwacja granicznej rzeki Rio Grande, całonocne loty helikopterów rozświetlających busz halogenowymi reflektorami, patrole za uciekającymi ciężarówkami z żywym towarem.

Po wiekach ekspansji terytorialnej i hekatombach ludności wyniszczonej w oficjalnie wypowiadanych wojnach, XXI wiek może wyróżnić się ogromnym egoizmem, strachem i zamykaniem się w sobie narodów bogatych, zaś ekspansją biednych. Wiek XXI może przypaść tej cywilizacji, która najskuteczniej zabezpieczy się przed nowymi wędrówkami ludów. Już obecnie całe grupy państw należących do zachodniej cywilizacji zatrzaskują wrota graniczne, broniąc swego dobrobytu i swego stylu życia przed ludzkim potopem z południa i wschodu.

Pomimo pozytywnych zmian w środowisku strategicznym oraz zmniejszenia prawdopodobieństwa agresji konwencjonalnej o dużej skali, zagrożenia tego typu mogą, w dłuższej perspektywie, pojawić się ponownie. Bezpieczeństwo naszego kontynentu w dalszym ciągu będzie wystawione na różnego rodzaju wojskowe i niewojskowe zagrożenia, wielokierunkowe i trudne na ogół do przewidzenia.

Obecnie jednak rodzi się lista zupełnie nowych zagrożeń i wyzwań wobec bezpieczeństwa międzynarodowego. Zagrożenia te są głównym źródłem niepewności i niestabilności regionu euroatlantyckiego. Niektóre państwa leżące w obszarze euroatlantyckim oraz na jego obrzeżach muszą pokonać poważne gospodarcze, społeczne i polityczne trudności. Etniczna i religijna rywalizacja, spory terytorialne, powierzchowne lub bądź nieudane reformy, pogwałcenie praw człowieka oraz rozpad państw powodować mogą lokalną, a nawet regionalną destabilizację[8]. Spowodowane tym napięcia mogą wywoływać kryzysy zagrażające stabilności obszaru euroatlan-

[8] *Koncepcja Strategiczna Sojuszu*, przyjęta przez głowy państw i szefów rządów biorących udział w spotkaniu Rady Północnoatlantyckiej w Waszyngtonie 23 - 24 kwietnia 1999 r.

tyckiego, powodując cierpienia ludzkie i konflikty zbrojne. Konflikty te, przenosząc się na inne państwa, w tym sojuszników, wpływać mogą negatywnie na bezpieczeństwo i stabilność obszaru euroatlantyckiego.

Nowe zagrożenia mają wysublimowany charakter, przez co nie są wprost i w pełni identyfikowane społecznie. Do grupy tych zagrożeń należy:

- proliferacja broni masowego rażenia (broni nuklearnej, chemicznej i biologicznej);
- terroryzm światowy;
- zorganizowana przestępczość;
- eksterminacja ludności;
- konflikty etniczne;
- kryzysy gospodarcze;
- niestabilność polityczna[9].

Poważnym zagrożeniem bezpieczeństwa międzynarodowego pod koniec XX wieku staje się proliferacja broni masowego rażenia i środków jej przenoszenia, istnienie nielegalnego rynku broni, technologii wojskowych i materiałów rozszczepialnych[10].

Nowe długofalowe wyzwania i zagrożenia rodzić może pogłębianie się różnic gospodarczych i cywilizacyjnych na kontynencie europejskim, między dynamicznie rozwijającą się częścią Europy a obszarami pogrążonymi w stagnacji.

Państwa, które powstały na Kaukazie i w Azji Środkowej w efekcie rozpadu Związku Radzieckiego, pozostaną potencjalnym źródłem destabilizacji i niepewności jeszcze przez wiele lat XXI wieku. Nawet jeśli uda im się zrobić krok w kierunku reform i demokracji, postęp w tym zakresie będzie raczej powolny, a brak stabilności może wywołać problemy sprzyjające powstawaniu napięć w Europie i poza nią."

Na południe od Europy obszarem niestabilności jest Bliski Wschód. Podstawowe różnice i napięcia, jakie występują w stosunkach między Izraelem i jego sąsiadami, trwać będą jeszcze długo. Radykalne reżimy oraz terroryzm mogą zagrażać

---

[9] Tamże;

[10] - *Koncepcja Strategiczna Sojuszu*, przyjęta przez głowy państw i szefów rządów biorących udział w spotkaniu Rady Północnoatlantyckiej w Waszyngtonie 23 - 24 kwietnia 1999 r.

stabilności regionalnej, a także dostępowi społeczności międzynarodowej do źródeł energii.

Niebezpieczeństwo, jakim jest terroryzm, oraz próby pozyskania broni jądrowej, biologicznej i chemicznej to konsekwencja niezadowolenia z istniejącego *status quo*. Broń masowego rażenia nadal pozostaje potężnym instrumentem w rękach tych, którzy pragną zdobyć przewagę nad swoimi przeciwnikami. Broń jądrowa może wpaść w ręce radykalnych reżimów czy terrorystów. Istnieją również obawy, że naukowcy i inżynierowie, pracujący nad technologiami jądrowymi, chemicznymi, biologicznymi czy rakietowymi, sprzedadzą swe umiejętności i wiedzę tym, których intencje wcale nie są przyjazne.

Bieda, głód czy konflikty na śmierć i życie, wybuchające w wielu regionach świata, są niczym bomby zegarowe. Migracja ludności z południa na północ może wywołać w państwach NATO problemy polityczne lub trudności z zasobami naturalnymi. Odnosi się to szczególnie do południa Europy. Dostęp do tych zasobów nadal pozostanie źródłem napięć i potencjalnych konfliktów. Globalne przemiany środowiska naturalnego mogą jeszcze pogorszyć obecną sytuację w tym zakresie. O ile nie rozwiąże się lub nie poprawi problemów gospodarczych, społecznych i politycznych, warunki panujące w Afryce, Azji i w innych miejscach świata nadal będą stanowić wyzwanie dla bezpieczeństwa globalnego.

Terroryzm pozostanie wyzwaniem dla interesów państw euroatlantyckich - wszystko jedno czy popierany przez rządy, czy też funkcjonujący w postaci niezależnych organizacji. To właśnie teraz, gdy państwa NATO są w stanie odeprzeć lub zapobiec potencjalnym wyzwaniom militarnym o tradycyjnym charakterze, istnieje prawdopodobieństwo, że państwa reżimowe czy ugrupowania radykalne będą się uciekać do strategii "asymetrycznych" - na przykład narażając na ryzyko ludność cywilną. Zarówno Stany Zjednoczone, jak i sojusznicy europejscy są potencjalnymi celami terrorystów, starających się osiągnąć własne cele polityczne. Dopóki istnieć będą zróżnicowanie ekonomiczne, niezadowolenie polityczne, a także radykalne ideologie, państwa NATO będą musiały zajmować się zagrożeniem terrorystycznym, a w uzasadnionych sytuacjach użyć sił zbrojnych w celu jego powstrzymania lub pokonania.

Obecnie w rozwoju cywilizacyjnym ludzkości wyraźnie dostrzegalne są główne megatrendy czyli ważne tendencje rozwojowe, utrzymujące się przez dłuższy okres

czasu. Megatrendy mogą przy tym rozciągać się na dziesiątki lat. Dzieje się tak dlatego, **że** wiele zdobyczy współczesnej nauki i techniki nie jest wdrażane tak szybko, jak by to wynikało z możliwości nauki czy przyczyn czysto technicznych a opóźnienia w ich wdrażaniu wynikają z różnych przyczyn społecznych i ekonomicznych. Przykładem takiego zjawiska jest rozwój telewizji cyfrowej, której podstawy teoretyczne powstały już niemal 40 lat temu - a masowe wdrożenie jeszcze jest przed nami. Gdyby decydowały tu względy czysto techniczne, okres rozpowszechniania telewizji cyfrowej mógłby być skrócony do około 20 lat; decydowały tu więc względy ekonomiczne i społeczne. Przykładów takich można przytoczyć wiele.

Wśród rozmaitych megatrendów, można wyróżnić trzy zasadnicze megatrendy[11], decydujące o rozwoju cywilizacji informacyjnej, z którymi wiąże się wiele trendów pochodnych bądź szczegółowych.

Pierwszy z tych megatrendów to społeczny megatrend kształtowania nowych zawodów, oznaczający w skrócie, że rozwój cywilizacji informacyjnej polega na zastępowaniu starych zawodów, wymagających dużego udziału pracy fizycznej i źle wyposażonych w narzędzia technik informacyjnych, zawodami nowymi, wymagającymi dużego udziału informacji i wiedzy oraz wykorzystującymi coraz w większym stopniu narzędzia technik informacyjnych; następuje więc stopniowa dematerializacja pracy. Można przy tym sformułować następujące tezy, wyjaśniające powolność zmian w kierunku cywilizacji informacyjnej i określające pewne trendy pochodne - które jednak same mają też charakter megatrendów, t.j. mają duże znaczenie społeczne i będą obserwowane jeszcze prawdopodobnie przez dziesięciolecia:

a) Ponieważ adaptacyjność ludzka jest ograniczona, kształtowanie się nowych zawodów i zmiany systemów edukacyjnych niezbędne dla wprowadzania tych nowych zawodów są najważniejszym czynnikiem społecznym ograniczającym szybkość rozwoju społeczeństwa czy cywilizacji informacyjnej. Obserwować więc będziemy ważny trend pochodny oporów społecznych przed dematerializacją pracy.

b) Nowe technologie zawsze powodują możliwości bogacenia się przez tych, którzy potrafią je wykorzystać; ale w początkach epoki cywilizacji informacyjnej jest to zjawisko szczególnie istotne - megatrend zmiany zawodów wywołuje wspomniany już

---

[11] *Strategia rozwoju Polski do roku 2020. Tom I. Diagnoza ogólnych uwarunkowań rozwojowych.* Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus" Przy Prezydium PAN, Warszawa 2000, s. 59-66.

wyżej trend pochodny rozwarstwienia społecznego. Jednak rozwinięta gospodarka rynkowa opiera się na dostatecznie dużej liczbie dość dobrze zarabiających konsumentów, którzy decydują o popycie rynkowym; nie sposób więc ograniczyć społeczeństwo informacyjne tylko do tej (z natury niewielkiej) części populacji, która jest dostatecznie adaptacyjna i umie się szybko nauczyć nowych technik informacyjnych. Warunkiem powodzenia cywilizacji informacyjnej jest więc innowacyjność ludzka w wynajdywaniu nowych zawodów, które pozwolą na zatrudnienie większości, a nie tylko małej części populacji w gospodarce wiedzą - tak, jak to udało się w ostatnim dziesięcioleciu w Stanach Zjednoczonych.

c) Ponieważ czekające nas zmiany zawodów będą bardzo głębokie, można przewidywać kilka dziesięcioleci wzrastającego popytu na edukację - wszystkich szczebli, ale w szczególności edukację wyższą i podyplomową edukację ustawiczną. Razem z innymi, dyskutowanymi niżej trendami technicznymi, wyrażać się to będzie w trendzie multimedialnej edukacji zdalnej i ustawicznej. Z megatrendu kształtowania nowych zawodów wynika wiele innych jeszcze wniosków - dotyczących wielu innych obserwowanych dziś trendów, ograniczymy jednak ilustrację potęgi tego megatrendu do wniosków wymienionych wyżej.

Druga z tendencji zasadniczych to megatrend zbieżności lub integracji technicznej - dotyczący mediów, sposobów i systemów przekazu i przetwarzania informacji. Zawiera on w sobie powszechną cyfryzację tych sposobów przekazu lub przetwarzania, tendencje do wykorzystania komunikacji multimedialnej, tendencje do zapewnienia telekomunikacji mobilnej (których tylko jednym z przejawów jest popularność telefonii komórkowej), tendencje do szybkiego zwiększania przepływności czyli szybkości transmisji w sieciach telekomunikacyjnych, tendencje do integracji nowych usług telematycznych w złożone systemy usługowe, wspomniany już wyżej trend do prac interdyscyplinarnych itd. Omówimy tu tylko kilka tendencji pochodnych lub szczegółowych związanych z tym wielkim megatrendem.

a) Należy przewidywać - prawdopodobnie już w ciągu najbliższego dziesięciolecia lub dwóch - nie tylko powstanie (początki istnieją już dzisiaj) ale rozpowszechnienie *globalnego, zintegrowanego systemu mobilnej łączności cyfrowej,* łączącego w sobie elementy telekomunikacji kablowej i radiowej, tradycyjne usługi telefoniczne i nowoczesne usługi sieci komputerowej, multimedialne usługi telekomunikacyjne i funkcje rozsiewcze (radiowe, telewizyjne). Pełne rozpowszechnienie i wykorzystanie

takiego system w skali całej kuli ziemskiej może być przy tym dodatkowo opóźnione poprzez czynniki ekonomiczne i społeczno-kulturowe (a nawet - w niektórych krajach - polityczne).

b) Należy przewidywać - w związku z wykorzystaniem technik łączności światłowodowej dla zwiększenia przepływności i ograniczeniami szybkości przetwarzania w urządzeniach elektronicznych pełniejszą integrację fotoniczną urządzeń i systemów przekazu i przetwarzania informacji. Oznacza to w szczególności konieczność intensyfikacji prac badawczych i badawczo-rozwojowych w obszarze fotoniki oraz wykorzystania współpracy międzynarodowej tak, aby zapewnić własną ekspertyzę w tej szczególnie zaawansowane i wymagającej dużych nakładów dziedzinie.

c) Obserwuje się już obecnie na świecie, w szczególności w krajach Unii Europejskiej, rozwój prac nad usługami telematycznymi -w różnorodnych dziedzinach zastosowań. Wśród wielu rodzajów takich usług, wymienimy tu tylko kilka tendencji bardziej szczegółowych:

• Można przewidywać wzrost intensywności prac badawczych i zastosowań telematyki operacyjnej - przy czym słowo *operacyjny* rozumiane jest tu szeroko, obejmuje zarówno dosłowny sens medyczny (czyli operacje medyczne wykonywane zdalnie przez wysokiej klasy specjalistę), jak i sens laboratoryjny (czyli operacje nad eksperymentami laboratoryjnymi wykonywanymi zdalnie w najdroższych i najlepiej wyposażonych laboratoriach świata), jak wreszcie sens przemysłowy czy badań geologicznych (czyli operacje wykonywane przez zdalnie sterowane roboty)

• Obserwuje się już w Europie, w kilkudziesięciu miastach, początkowe prace nad upowszechnieniem telematyki miejskiej - znanej też pod hasłowymi nazwami telepolis lub digital city, oznaczającymi szerokie zastosowanie technik sieci komputerowej w celu usprawnienia miejskich systemów informacji, służb miejskich, systemów transportu oraz parkowania samochodów, a nawet wprowadzenia elementów demokracji elektronicznej (dyskusji aktualnych problemów miasta z użyciem sieci komputerowych). Są to wprawdzie prace jeszcze początkowe, ale wyznaczają one istotny trend: należy się spodziewać usprawnienia technicznego i upowszechnienia rozmaitych zastosowań telematyki miejskiej - i to w stosunkowo krótkim okresie najbliższego dziesięciolecia.

• Obserwuje się dziś na świecie zalążki prac nad telematyką domową, znaną też pod hasłowymi nazwami inteligentnego domu czy mieszkania, lub też digital borne, oznaczającymi integrację różnorodnych domowych urządzeń elektrycznych i elektronicznych w jedną sieć, obejmującą nie tylko telefon, telewizję, magnetowid, komputer, lecz także nadzór nad ogrzewaniem, gotowaniem, zmywaniem, praniem, a także systemy zabezpieczenia domu czy mieszkania. Ten trend doczeka się powszechnej realizacji zapewne później, niż inne trendy opisane wyżej (może potrzeba jeszcze dwóch czy nawet kilku dziesięcioleci) ale jest dość nieuchronny - naturalne dążenie ludzkie do wygody zapewni duży popyt rynkowy na urządzenia i systemy inteligentnego mieszkania, skoro tylko rozwój techniczny doprowadzi do rozwiązań ekonomicznie akceptowalnych i szeroko dostępnych rynkowo.

Wreszcie za trzeci megatrend zasadniczy można .uznać wielkie wyzwania co do sposobu pojmowania świata, niesione przez cywilizację informacyjną. Mechaniczny sposób pojmowania świata - jako wielkiej maszyny, kręcącej się z nieuchronnością koła zamachowego - zastąpiony będzie sposobem nowym, systemowo-chaotycznym, traktującym świat jako wielki a złożony system dynamiczny, w którym można zaobserwować pewne prawidłowości, ale bardzo prawdopodobne są również zachowania chaotyczne, w których wszystko może się wydarzyć. To, co wydawało się naturalne przy starym sposobie pojmowania świata, może być łatwo zakwestionowane w cywilizacji informacyjnej. Dotyczy to przy tym zagadnień całkiem podstawowych - pojmowania rynku, demokracji, praw człowieka itp.

Powstawanie nowej cywilizacji stymulowane było przez wiele czynników. Do najważniejszych z nich zaliczyć jednak należy gwałtowny rozwój elektroniki. W 1947 r. trzech amerykańskich uczonych: W. Shockley, J. Bardeen i W. Brattain dokonało odkrycia nowego półprzewodnikowego elementu elektronicznego - tranzystora bipolarnego. On to, po upływie kolejnych 10 lat stał się podstawowym elementem układów komputerowych (II generacja komputerów). W 1958 r. w laboratoriach firmy Texas Instruments skonstruowano pierwszy układ scalony, czyli umieszczono na jednym krysztale półprzewodnika więcej niż jeden z współpracujących z sobą elementów. Wytwarzany od 1961 r. na skalę przemysłową układ scalony był przerzutnikiem i składał się z czterech tranzystorów bipolarnych i dwóch rezystorów.

Rozwój technologiczny przynosił stały wzrost skali integracji układów, od małej (SSI) do bardzo wielkiej (VHLSI). I znów po 10 latach, u schyłku lat 60-tych, układy scalone

zastosowano w konstrukcji układów komputerowych (komputery III generacji). Od tej pory stosowanie układów coraz większej skali integracji przynosiło komputery, nie tylko mniejsze i lżejsze, ale przede wszystkim szybsze, tańsze i bardziej niezawodne.

Bez tych zmian technologicznych z pewnością nie dokonałyby się zmiany organizacji procesów przetwarzania danych w systemach komputerowych. I tak, jeszcze na początku lat 60 komputer mógł być wykorzystywany przez tylko jednego użytkownika z tylko jednym programem napisanym, jeśli nie w języku wewnętrznym maszyny („Strings"), to w tzw. assemblerze („Expressions").

Pod koniec lat 60-tych komputery wyposażono już w kompilatory języka symbolicznego, co znacznie zwiększało efektywność programowania i użytkowania systemów liczących. Te zaś dzięki powstaniu i rozwojowi systemów operacyjnych zyskały właściwości wieloprogramowości (użytkownik mógł już uruchamiać cały „wsad" programów nie troszcząc się o to, jak będzie organizowany ich proces realizacji w komputerze) i wielodostępności (z zasobów komputera może korzystać wielu użytkowników i to bez troski o to, jak ich żądania będą przez komputer realizowane).

Kolejną rewolucję, coraz częściej określaną jako nowy przełom informatyczny, rozpoczął w 1971 roku w firmie Intel wynalazek pierwszego mikroprocesora. Składał się on z czterech bloków funkcjonalnych (sterowania, jednostki arytmetyczno-logicznej, rejestrów, wewnętrznych szyn przesyłowych). Od pierwszego mikroprocesora Intel 4004 o architekturze czterobitowej rozpoczął się trwający do dziś proces nieustannego rozwoju mikroprocesorów; w 1980 r. powstał pierwszy mikroprocesor trzydziestodwubitowy. Stanowił on zapowiedź istnej eksplozji informatycznej: w ciągu 30 lat objętość całego pokoju pełnego lamp elektronowych i innych elementów zmalała do rozmiarów płatka owsianego! Już u schyłku lat 70-tych stwierdzono, że gdyby w ciągu ostatnich 30 lat w przemyśle samochodowym dokonał się taki postęp jak w elektronice, to samochód Rolls-Royce można byłoby kupić za 2,5 dolara i przejechać nim dwa miliony mil zużywając na to galon benzyny[12].

Kolejny skok technologiczny będzie związany raczej z zastosowaniem w technologii komputerowej sygnałów świetlnych niż elektronicznych. W praktyce moc komputerów następnej generacji będzie tak duża, by wykonywać większość operacji wymaganych w działalności gospodarczej. Już obecnie osprzęt jest tak dobry, że wartość użytkowa komputerów jest uzależniona właściwie tylko od zastosowanego

[12] T. Goban-Klas, P. Sienkiewicz, *Społeczeństwo informacyjne: Szanse, zagrożenia, wyzwania*, Kraków 1999, s. 15-16.

oprogramowania, przy czym większa moc obliczeniowa umożliwia zastosowanie oprogramowania dla użytkownika bardziej przyjaznego. W pewnym momencie na pewnym etapie, w przyszłym ćwierćwieczu, osiągnięty zostanie taki poziom rozwoju, na którym nie będzie sensu produkowania silniejszych komputerów, tak jak nie ma sensu produkowanie jeszcze silniejszych samochodów. Nie znajdujemy się jeszcze na tym etapie, lecz nietrudno sobie wyobrazić skutki sytuacji, w której każde gospodarstwo domowe lub małe przedsiębiorstwo będzie mogło dysponować mocą obliczeniową umożliwiającą im konkurowanie z przedsiębiorstwami wielonarodowymi, ponieważ nie będzie miała dłużej znaczenia konkurencyjność w skali gromadzenia, składowania i opracowywania informacji. Po prostu - duże maszyny liczące odejdą do lamusa, podobnie jak to miało miejsce w przypadku okrętu liniowego[13].

Współcześnie różne odmiany komputerów stanowią wszechobecny element tworzącej się cywilizacji. Są bowiem zarówno elementem sterowania nowoczesnych automatycznych procesów produkcji, jak też komponentem większości współczesnych urządzeń. Odnosi się to do wszelkich aspektów aktywności społecznej. Ponadto komputery doprowadziły do zasadniczych zmian w organizacji pracy, komputer stał się podstawą automatyzacji pracy umysłowej w sferach:

- inżynierii obliczeń: komputer jako środek do obliczeń *(computer as a computer);*
- inżynierii rozwiązywania problemów: komputer jako środek do rozwiązywania problemów *(computer as a problem solver);*
- Inżynierii informacji: komputer jako środek do gromadzenia i przetwarzania informacji *(computer as an Information collector and processor);*
- Inżynierii wiedzy: komputer jako ekspert *(computer as an expert).*

Obecnie na całym świecie wykorzystywane są miliony komputerów osobistych: od desktopów („na biurko"), poprzez laptopy („do torby"), notebooki i subnotebooki, do palmtopów („do ręki"). Rzecz jasna, oprócz PC funkcjonują komputery o większej mocy obliczeniowej: stacje robocze *(workstation),* minikomputery, komputery (mainframe) i superkomputery (np. CRAY)[14].

---

[13] H. McRae, *Świat w roku 2020. Potęga, kultura i dobrobyt – wizja przyszłości*, Warszawa 1996, s. 254.

[14] T. Goban-Klas, P. Sienkiewicz, *Społeczeństwo informacyjne: Szanse, zagrożenia, wyzwania*, Kraków 1999, s. 16.

Podobne zmiany zajdą w dziedzinie łączności. Łatwo założyć, że telefon komórkowy zastąpi zwykły. Jeśli prawie każdy będzie posiadał przy sobie przenośny telefon, to jest oczywiste, że nie będzie trzeba wiedzieć, gdzie się kto znajduje. Bez wątpienia pozostaną telefony domowe i biurowe, lecz zapewne będą w większym zakresie wykorzystywane dla transmisji danych i połączeń wideo niż dla zwykłych rozmów[15].

W latach 60-tych rozwój techniczny komputerów, a także środków telekomunikacji, uczynił możliwym połączenie odległych od siebie komputerów w celu bezpośredniego przesyłania danych między nimi. Jeśli coś staje się możliwym, to zapewne - prędzej czy później - zostanie przez ludzi praktycznie wykonane (...). Tak też się stało z łączeniem komputerów - w latach 60-tych powstały pierwsze sieci komputerowe. Jedną z nich była sieć, przeznaczona dla Departamentu Obrony USA, o nazwie ARPAnet.

Siecią komputerową jest system, który tworzą wzajemnie połączone autonomiczne komputery zdolne do wymiany informacji między sobą. Połączenia w sieci mogą być realizowane za pomocą łączy przewodowych, radiowych, radioliniowych, mikrofalowych, światłowodowych i satelitarnych. Sieci komputerowe budowane są w celu zapewnienia użytkownikom dostępu do wszystkich programów, danych i innych zasobów obliczeniowych niezależnie od przestrzennej lokalizacji użytkowników i tych zasobów, a także dla łatwości aktualizacji informacji w odległych bazach danych i uzyskania wysokiej niezawodności przez stworzenie alternatywnych dróg sięgania do zasobów komputerowych. Ze względu na zasięg terytorialny przyjmuje się podział sieci teleinformatycznych na: lokalne (LAN - do kilku kilometrów), miejskie (MAN - do kilkudziesięciu kilometrów) i rozległe (WAN - rozwinięte na dowolnym obszarze).

Obecnie w świecie trwa „boom sieciowy" budowane są sieci zarówno ograniczone do użytkowników określonej organizacji, jak i sieci o powszechnym dostępie, a tempo sprzedaży technologii sieciowych wzrasta z roku na rok. Rosną także wymagania stawiane sieciom, dotyczące funkcjonalności i niezawodności, ochrony zasobów i bezpieczeństwa sieci, a przede wszystkim - zakresu oferowanych usług informacyjnych. Ostatnio rośnie zainteresowanie sieciami multimedialnymi integrującymi,

---

[15] H. McRae, *Świat w roku 2020. Potęga, kultura i dobrobyt – wizja przyszłości*, Warszawa 1996, s. 254.

w celu efektywnego oddziaływania na odbiorcę, kilka typów informacji: VIDEO (pełny ruch) - AUDIO (głos, dźwięk) - DATA (dane, tekst - grafika)[16].

Dzięki wzajemnym połączeniom tych różnych odmian sieci i podłączonych do nich komputerów oraz innych urządzeń stworzona została globalna sieć informacyjna. Dzięki temu teoretycznie każdy, kto podłączony jest do takiej sieci może mieć dostęp do wszystkich użytkowników globalnej sieci. Sieci telefoniczne istnieją od dawna, jednakże to, co jest nowe to niezmierne zagęszczanie owej sieci oraz łączenie w niej wszystkich nowych i najnowszych wynalazków w dziedzinie komunikowania i przetwarzania informacji. Stąd, pojęcie sieci obejmuje coś więcej niż fizyczne urządzenia do transmisji, gromadzenia, przetwarzania oraz odtwarzania głosu, danych oraz obrazów. Obejmuje także (...) „szeroką skalę oraz stale wzrastający zasób instrumentów, włączając aparaty fotograficzne i wideo, skanery, klawiatury, telefony, faksy, komputery, przełączniki, płyty kompaktowe, taśmy audio i wideo, kable i światłowody, satelity, połączenia mikrofalowe, telewizory, monitory, drukarki i wiele, wiele innych." (...)

Sieci globalne nie są już hierarchiczne, zarządzane odgórnie, nadzorowane ściśle przez państwa, ale horyzontalne, oddolne, samorozwijające się. Nie są jedynie narzędziami określonych organizacji (tak jak początkowo były systemy łączności, np. usług bankowych, itp.), ale - jak to ujmuje metafora sieci drogowej - autostradami (do przyszłości)[17].

Jeśli mieszkania i miejsca pracy zostaną wyposażone w kable światłowodowe, to możliwość transmisji danych zwielokrotni się tysiąckrotnie. Zestaw dokumentacji formatu A4 będzie mógł zostać przekazany na drugą półkulę w ciągu ułamka sekundy przy jednocześnie znacznie wyższej jakości. Co istotne z punktu widzenia połączeń między komputerami, to fakt, że sygnały nie będą musiały być dłużej przekształcane na postać analogową, by odpowiadać standardom sieci telefonicznej, lecz będą przesyłane wyłącznie w formie cyfrowej. Jest również całkowicie możliwe, że kompresja danych osiągnie taki stopień rozwoju, że zwykły kabel telefoniczny, wytworzony zgodnie ze stuletnią technologią, będzie wystarczał do zaspokojenia potrzeb zwykłego gospodarstwa domowego jeszcze przez następne dwadzieścia pięć lat. Jednocześnie technologia ta wyprzedzając epokę może zmniejszyć wymagania

[16] T. Goban-Klas, P. Sienkiewicz, *Społeczeństwo informacyjne: Szanse, zagrożenia, wyzwania*, Kraków 1999, s. 17.
[17] Tamże, s. 90- 91.

stawiane rozwojowi innej równie szybko rozwijającej się technologii, czyli światłowodom.

Dalszy wzrost liczby kanałów telewizyjnych będzie trwał, co doprowadzi do sytuacji, w której struktura rynku mediów zbliży się do struktury rynku wydawniczego, czyli mała liczba produkcji narodowych oraz międzynarodowych przy wielości stacji wyspecjalizowanych — odpowiedników wyspecjalizowanych czasopism. Postęp zachodzący w zakresie kompresji danych umożliwi w końcu, by wideofon stał się alternatywnym rozwiązaniem dla istniejących połączeń telefonicznych[18].

W tej sytuacji dokonuje się masowe ucyfrowienie form informacji. W rezultacie tego powszechnym standardem przesyłanej informacji staje się forma cyfrowa. Odnosi się to zarówno do dźwięków obrazów i pisma, jak też i różnych bodźców rejestrowanych przez mechaniczne sensory. Taki stan rozwoju elektroniki zasadniczo zmienia komunikowanie społeczne – główny element życia społecznego.

W efekcie obserwowanych zmian w rozwiniętych gospodarczo krajach wyłania się społeczeństwo informacyjne rozumiane, jako „społeczeństwo, które nie tylko posiada rozwinięte środki przetwarzania informacji i komunikowania, lecz przetwarzanie informacji jest podstawą tworzenia dochodu narodowego i dostarcza źródła utrzymania większości społeczeństwa"[19].

W cywilizacji współczesnej, zdominowanej przez rewolucję w elektronice i komunikacji społecznej zachodzi wiele procesów. Obserwuje się m.in.:

- Gwałtowny wzrost ilości informacji „zalewającej" świat;
- Systematyczny wzrost znaczenia informacji i wiedzy;
- Wzrost roli sektora usług w tworzeniu dochodu narodowego;
- Znaczne poszerzenie zakresu sfery usług;
- Zmiany w organizacji procesów wytwarzania;
- Wzrost znaczenia mediów społecznego komunikowania się;
- Gwałtowne zmiany kulturowe w całych narodach;
- Cyfrową rewolucję kulturalną i ekspansję kultury;
- Jednoczesną integrację (globalizacja) i dezintegrację;

---

[18] H. McRae, *Świat w roku 2020. Potęga, kultura i dobrobyt – wizja przyszłości*, Warszawa 1996, s. 255.

[19] T. Goban-Klas, P. Sienkiewicz, *Społeczeństwo informacyjne: Szanse, zagrożenia, wyzwania*, Kraków 1999, s. 43.

- Erozję państwa narodowego;
- Wzrost roli aktorów niepaństwowych;
- Decentralizację władzy;
- Likwidację bariery odległości;
- Fragmentaryzację kontaktów międzyludzkich i zerwanie więzi międzypokoleniowej;
- Rozwój wirtualnego biznesu;
- Dalszy rozwój automatyzacji i robotyzacji;
- Częste zmiany pracy i kariery zawodowej;
- Wzrost rozwarstwienia społecznego;
- Wzrost migracji ludności;
- Wzrost możliwości manipulacji informacją;
- Zanik znaczenia granic;
- Wzrost napięć i konfliktów między cywilizacjami;
- Wzrost wrażliwości na infoterroryzm.

Wspólnym mianownikiem wszystkich tych procesów jest przede wszystkim głębokie uzależnienie od informacji i systemów informacyjnych. Uzależnienie to staje się główną wrażliwością nie tylko systemów militarnych, ale także i całych systemów państwa.

Coraz częściej mówi się więc o pewnego rodzaju „punkcie zwrotnym", poprzez który przechodzi cywilizacja zachodnia, jednak sam sposób pojmowania tego przełomu także ewoluuje w czasie. Przełom ten pojmowano najpierw jako wyzwanie rozwojowe związane ze zderzeniem nowej, masowej kultury amerykańskiej ze starą, elitarna kulturą europejską. Nieco później zaczęto go postrzegać jako konfrontację „cywilizacji Atlantyku" z rodzącą się „cywilizacją Pacyfiku". Wreszcie ostatnio zaczęto go pojmować jako kres globalnej cywilizacji konsumpcyjno-przemysłowej oraz początek nowej cywilizacji i kultury globalnej, której ostateczny kształt nie został jeszcze do końca przesądzony[20].

Coraz powszechniejsza jest opinia, że mamy tu do czynienia z początkiem nowej epoki cywilizacyjnej, z przełomem porównywalnym do początków epoki cywilizacji przemysłowej.

---

[20] J. Stacewicz, *Cywilizacyjno-kulturowy wymiar globalizacji integracji oraz transformacji*, [w:] *Globalizacja gospodarki światowej a integracja regionalna. Konsekwencje dla świata i Polski*, Warszawa 1998, s. 120-121.

Powszechnie mówi się o rewolucji informacyjnej; używa się też pojęcia cywilizacja informacyjna, przez co rozumiemy okres rozwoju społeczeństwa informacyjnego lub - co niemal równoważne - społeczeństwa opartego na gospodarce wiedzą. Są to pojęcia niemal równoważne, gdyż ich wspólna definicja mówi, że chodzi tu o społeczeństwo i gospodarkę, w których podstawowym czynnikiem produkcji staje się informacja i wiedza. Jest to z wielu powodów - proces powolny; istnieją przy tym przesłanki, by twierdzić, że okres cywilizacji informacyjnej będzie rozciągał się na wiele dziesiątków lat, być może - cały wiek XXI. Jeśli jednak mamy do czynienia z początkiem nowej epoki, to wzbogacą się na niej ci, którzy szybciej dostosują się do jej wyzwań. Dotyczy to zarówno jednostek, jak i krajów.

W poglądach wielu myślicieli panuje powszechna zgodność co do tego, że wyłaniająca się nowa forma cywilizacji ludzkiej ma charakter informacyjny a organizacja ludności rozwiniętych obszarów świata przyjmuje postać społeczeństwa informacyjnego. Najbardziej charakterystycznymi są tu poglądy Tofflerów. Według nich najgłębszymi ekonomicznymi i strategicznymi zmianami jest dokonujący się podział świata na trzy odrębne i potencjalnie zderzające się cywilizacje.

Cywilizacja pierwszej fali była ściśle związana z ziemią (uprawą roli). Niezależnie od religii, przekonań, narodowości czy języka, cywilizacja ta była produktem rewolucji rolniczej. Nawet dzisiaj miliony żyją i umierają w przedmodernistycznych, agrarnych społeczeństwach uprawiając, podobnie jak ich przodkowie przed wiekami ziemię.

Cywilizacja drugiej fali pochodzi z konfliktu. Mając korzenie w Renesansie zaczęła się rodzić w umysłach ludzi około trzy wieki temu. Wiązało się z nią pojawienie się nauki newtonowskiej, później silnika parowego co z kolei zapoczątkowało powstawanie fabryk. Chłopi zaczęli się przemieszczać do miast. Pojawiały się i krążyły nowe idee postępu, praw i wolności jednostki, kontraktu socjalnego, sekularyzacji, rozdziału państwa od kościoła a także idea zakładająca wybieranie liderów przez wolę społeczeństw wyrażaną w wyborach. Zachodzące szybko zmiany doprowadziły do nowego sposobu zdobywania dóbr i bogacenia się. Doprowadziło to do wytworzenia się nowego systemu, dla którego charakterystycznymi jest masowa produkcja, masowa konsumpcja, masowa edukacja, masowe media, masowe partie polityczne.

Ta nowa cywilizacja powstała w Zachodniej Europie zderzyła się z cywilizacją Pierwszej Fali. Rebelie, powstania, zatargi graniczne wybuchły gdy wojna pomiędzy

interesami cywilizacji Pierwszej Fali i Drugiej Fali stała się głównym źródłem konfliktu. Konflikt ten był głównym napięciem, z którego rodziły się inne. Miało to miejsce niemalże we wszystkich uprzemysławiających się krajach. Nowoczesna cywilizacja, produkt wielkich zmian Drugiej Fali, zakorzeniła się szybko wokół północnych wybrzeży Atlantyku. Wraz z rozwojem potęg atlantyckich wzrosło zapotrzebowanie na rynki, tanie surowce z różnych regionów świata. Doprowadziło to do wojen o kolonialne podporządkowanie i podział wpływów. Z tym jak elity społeczeństw industrialnych wygrały walkę o władzę wewnątrz swoich krajów, wygrały również większą bitwę o dominację globalną.

Najbardziej zabójcze wojny wybuchły w celu wyłonienia dominującej nad światem potęgi lub potęg. Toczyły się one między społeczeństwami Drugiej Fali, przy całkowitej dominacji nad cywilizacją Pierwszej Fali.

Dzisiaj podział świata wygląda jeszcze inaczej. Świat ten zdąża do nowej struktury podziału. Powstaje trzecia cywilizacja przy dalej istniejących dwu poprzednich. Te zupełnie odmienne cywilizacje, pierwsza, ciągle symbolizowana motyką, druga linią montażową i trzecia komputerem, toczą rywalizację o przywództwo. Cywilizacje te charakteryzuje wiele sfer takich jak: technologie, życie rodzinne, religia, kultura, polityka, biznes, hierarchia, przywództwo, wartości, moralność seksualna i epistemologia. Przesunięcia i radykalne zmiany następują w każdej z tych sfer. Dlatego też obserwujemy obecnie mnóstwo zjawisk, które są niezwykle różnorodne i sprzeczne ze sobą. Wiele z nich było nieakceptowanych socjalnie w przeszłości.

Wszystkie te socjalne, technologiczne i kulturalne zmiany razem wzięte dają obraz transformacji w kierunku całkowicie nowej cywilizacji. Mamy więc do czynienia obecnie z trzysekcyjnym światem, w którym sektor Pierwszej Fali zaopatruje w produkty żywnościowe i surowce naturalne, sektor Drugiej Fali dostarcza taniej siły roboczej i realizuje masową produkcję a gwałtownie rozwijający się sektor Trzeciej Fali wprowadza dominację opartą na nowych sposobach za pomocą, których kreuje i eksploatuje wiedzę.

Niewątpliwie obecnie informacja staje się głównym dobrem. Wysoko rozwinięte obszary świata coraz szybciej zaczynają tworzyć przyczółki nowej cywilizacji informacyjnej. Interesy zarówno państw jak i coraz większej liczby organizacji ponadnarodowych a także pojedynczych ludzi wiążą się z informacją. Informacja staje się, więc głównym dobrem oraz „miejscem" gdzie krzyżują się różne interesy.

Obserwowane jest coraz szybsze tempo rozwoju techniki. Choć rozwój ten może mieć zarówno pozytywny, jak i negatywny wpływ na społeczeństwa i ich bezpieczeństwo, to i tak nie da się go uniknąć. Może on powodować problemy.

W sferze ekonomicznej nadal jest małe prawdopodobieństwo stworzenia takiego międzynarodowego systemu gospodarczego, który zaspokajałby potrzeby indywidualne i zbiorowe państw będących jego częścią. Dzisiaj opiera się on głównie na konkurencji, a co za tym idzie, także w pewnym stopniu na występowaniu konfliktów. Jednak tak naprawdę zadziała on z powodzeniem dopiero wówczas, gdy konkurencję zastąpi kompromis i - w rezultacie - współpraca. Wszystko wskazuje na to, że handel i gospodarka nadal będą rodzić napięcia w stosunkach pomiędzy państwami, a politykom nadal przyjdzie stawiać czoło problemom utrzymania równowagi pomiędzy kosztami i korzyściami, która zapewni ciągłą polityczną więź z takim systemem gospodarczym.

Podobnie jak eskalacji napięcia, w XXI stuleciu należy oczekiwać wzrostu zagrożeń z powodu wielkiej różnorodności najnowszych technologii i możliwości, jakie one niosą. Dzięki nim siły zbrojne można wyposażyć w nowe środki, ale w rękach potencjalnych przeciwników technologie te mogą stać się źródłem nowych zagrożeń. Na przykład, mimo kontroli eksportu czy podpisania układów w rodzaju *Konwencji o zakazie broni chemicznej* (CWC), w okresie pierwszych dziesięcioleci następnego stulecia, niektóre kraje nastawione wrogo wobec Zachodu będą w stanie wyprodukować broń chemiczną i biologiczną oraz rakiety balistyczne i rakiety skrzydlate *cruise*, zdolne do jej przenoszenia. Chociaż nastąpił ostatnio postęp w kontroli zbrojeń nuklearnych, nie można wykluczyć, że dostęp do broni jądrowej i środków jej przenoszenia uzyskają kolejne państwa, jak tego dobitnie dowiodły Indie i Pakistan w 1998 roku, czy też Korea Północna.

Dodatkowym powodem do niepokoju jest eksport zaawansowanej technologicznie broni konwencjonalnej. Kurczący się popyt w krajach posiadających rozbudowany przemysł zbrojeniowy powoduje, że producenci broni zwracają się częściej w stronę rynków zagranicznych, oferując swoim ewentualnym klientom coraz bardziej wyrafinowane systemy. Rosnące podobieństwa technologii cywilnych i wojskowych, w połączeniu z postępującym uprzemysłowieniem, zwiększają szanse poszczególnych krajów na opracowanie inteligentnych typów broni. W efekcie może się zdarzyć, że przyjdzie stawić czoło przeciwnikom wyposażonym w systemy będące połącze-

niem najbardziej zaawansowanej powietrzno-rakietowej technologii obronnej, w samoloty ofensywno-defensywne, rakiety skrzydlate *cruise*, zdolne do niszczenia celów naziemnych i nawodnych, czy też inne technologicznie zaawansowane systemy. Można oczekiwać, że w przyszłości wzrośnie zagrożenie ze strony łodzi podwodnych - wraz z upowszechnieniem układów napędowych nie opartych na paliwie jądrowym i niezależnych od dostępu powietrza. Dzięki nim łodzie podwodne mogą pozostawać pod wodą nie tylko przez wiele dni, ale i tygodni. Tego typu systemy będą w stanie zakłócić funkcjonowanie linii telekomunikacyjnych i operacji morsko-desantowych, które odgrywają tak istotną rolę w powodzeniu wielu przedsięwzięć podejmowanych poza granicami.

Poza tym stale rośnie zagrożenie ze strony tych narodów czy ugrupowań narodowościowych, które wykorzystują technologie komputerowe, aby zakłócić działalność infrastruktury cywilnej i wojskowej. Dla potencjalnych przeciwników bardzo atrakcyjny staje się atak na systemy informatyczne przy pomocy wirusów, wprowadzania błędnych informacji czy poprzez próby zniszczenia lub zakłócenia ich działalności w jeszcze inny sposób.

Wkraczając w XXI wiek, państwa muszą być przygotowane na to, że ich przeciwnicy mogą zastosować strategie asymetryczne, wykorzystując dostępne niszczące technologie przeciw ewentualnej przewadze w zakresie broni konwencjonalnej. Teraz, gdy państwa w coraz większym stopniu opierają się na systemach informatycznych - tak w życiu społecznym, jak i dla potrzeb wojska - stają się coraz bardziej narażone na walkę informacyjną. Najnowsze technologie umożliwią też w XXI wieku małym grupom narodowościowym dostęp do destrukcyjnego potencjału, jakim dysponowały dotychczas jedynie państwa.

Poza klasycznymi przyczynami, takimi jak walka o władzę czy pobudki ideologiczne, czynnikiem destabilizującym czy zagrażającym bezpieczeństwu w XXI wieku może także stać się środowisko naturalne. Przyrost liczby ludności, degradacja ziem uprawnych, zanieczyszczenie środowiska, nadmierne wykorzystywanie zasobów wodnych, spadek liczebności ławic rybnych czy zmniejszenie się areału leśnego już teraz są powodem destabilizacji, wstrzymują rozwój gospodarczy, a w ekstremalnych przypadkach przyczyniają się do migracji na wielką skalę. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że problemy te zwiększą się jeszcze wraz z postępującymi zmianami klimatycznymi.

Szacuje się, że w ciągu najbliższych trzydziestu lat liczba mieszkańców większości krajów Afryki oraz Bliskiego i Środkowego Wschodu ulegnie podwojeniu. W roku 2020 mniej niż 20 procent populacji świata mieszkać będzie w krajach rozwiniętych. Mimo tak znacznego wzrostu zaludnienia, może nastąpić dramatyczny spadek produkcji rolnej w północnej Afryce i na południu Europy. Źródłem konfliktów w krajach Bliskiego Wschodu może się stać pogłębiający się brak wody. W skali świata dorzecza niemal 200 rzek leżą w granicach kilku krajów, w tym 57 w Afryce i 48 w Europie. Wystarczy, by jeden z nich postanowił zwiększyć swój udział w wykorzystaniu zasobów wodnych, żeby doszło do wzrostu napięcia czy nawet do konfliktu. Podnoszenie się poziomu morza może przyczynić się do migracji mieszkańców z obszarów przybrzeżnych i zarazem do zanieczyszczenia zasobów wody pitnej. W niektórych rejonach Bliskiego Wschodu dostęp do nielicznych źródeł wody już teraz jest powodem napięć, a projekty budowy zapór w krajach Europy Wschodniej czy w Turcji wywołują powszechną dyskusję. Chociaż trudno byłoby wskazać konkretne skutki degradacji środowiska naturalnego, można założyć, że nadal będzie rosło napięcie i konflikty w regionach, które już teraz są zapalne z przyczyn politycznych.[21]

1.3. Nowe koncepcje użycia sił militarnych

Przełom wieków przyniósł wiele rewolucyjnych zmian oraz niebywały ferment intelektualny w wielu obszarach ludzkiego myślenia. Dotyczy to w pełni także sfery militarnej. Toczy się obecnie wiele dyskusji m.in. na temat istoty wojny, form operacji militarnych, militarnych operacji pozawojennych, niemilitarnych operacji wojennych. Refleksja teoretyczna jest często stymulowana wyprzedzającymi ją działaniami praktycznymi. Czasami można odnieść wrażenie, że nie nadąża za praktyką.

Głębokim i dynamicznym zmianom cywilizacyjnym towarzyszy też poszukiwanie nowych idei. Nie jest ono obce i środowisku wojskowemu. W militarnych kręgach intelektualnych Zachodu popularny jest postulat *outside box thinking*, co w luźnym przekładzie oznacza zachętę do przekraczania własnych barier myślenia i pokonywania istniejących szeroko rozumianych „dogmatów".

Ten ferment intelektualny trwa nie tylko w krajach Zachodu. Wiele nowych idei i pomysłów wykluwa się także w innych cywilizacjach. Niektóre z nich są niezwykle

[21] Roth W.V.Jr. NATO w XXI wieku. Raport Zgromadzenia Północnoatlantyckiego. Bliżej NATO. Biuletyn informacyjny Biblioteki Sejmowej. Rok 3 zeszyt 2(14) (Kwiecień 1999) Tłumaczyła Alicja Adamowicz.

interesujące i twórcze. Przykładem mogą tu być propozycje intelektualne wyłożone przez dwóch chińskich oficerów w wydanej przez nich książce zatytułowanej *Nieograniczona walka*[22]. Prezentują wiele interesujących tez. Do najbardziej radykalnych należy przekonanie, iż „...granice pomiędzy żołnierzami i nie żołnierzami zostały obecnie zatarte, a przepaść miedzy walką i nie walką niemalże zanikła, także globalizacja uczyniła wszystkie problemy współzależnymi i wzajemnie powiązanymi, dlatego też należy znaleźć klucz do stawienia czoła tym zjawiskom. Klucz, który powinien otworzyć wszystkie zamki, które zamykają drzwi do wojny. Ponadto klucz ten powinien pasować do wszystkich poziomów i wymiarów wojny od polityki, przez strategię, operacyjne techniki po taktykę. Powinien on także być użyteczny zarówno dla polityków i generałów, jak i zwykłych żołnierzy. Trudno sobie wyobrazić bardziej odpowiedni klucz niż "nieograniczona walka"[23].

Wobec takiego stanowiska pojawia się szereg wątpliwości wynikających m.in. z ustaleń sztuki wojennej. Wątpliwości te autorzy starają się rozwiać szeroką argumentacją. Twierdzą oni m.in., że: „...Dlaczego ludzie, mając do wyboru niemalże nieograniczone możliwości wyboru dogodnej formy prowadzenia walki, mieliby się ograniczać do wyboru form, które ograniczają się do sfery sił zbrojnych i potęgi militarnej. Przecież formy, które nie charakteryzują się użyciem sił zbrojnych i potęgi militarnej, a nawet nie są związane z występowaniem przelewu krwi i ofiar, tak samo gwarantują pomyślne osiąganie celów wojny, a nawet osiąganie większych korzyści niż przy użyciu potęgi militarnej"[24].

Dostrzegają oni także granice tradycyjnych możliwości sfery militarnej. „...Przez długi okres przed wynalezieniem broni palnej pola walki były małe i zwarte. Gwałtowny rozwój technologii militarnych spowodował systematyczne rozszerzanie przestrzeni walki. Przechodzenie od punktowego do liniowego, a następnie od dwuwymiarowego do trójwymiarowego pola walki zajęło stosunkowo mało czasu w procesie historycznego rozwoju ludzkości. Obecnie z punktu widzenia rozwoju technologii przestrzeń walki osiągnęła swoje limity. Prawdziwie rewolucyjną zmianą jest przeniesienie pola walki do nienaturalnych przestrzeni. [...]

---

[22] Qiao Liang and Wang Xiangsu, *Unrestricted Warfare: Assumptions on War and Tactics in the Age of Globalization*, Beijing 1999, tłumaczenie na język angielski dokonane przez US CIA's Foreign Broadcast Information Service udostępnione w 2000 r. pod adresami: http://www.terrorism.com/documents/unrestricted.pdf lub http://cryptome.org/cuw.zip

[23] Tamże.

[24] Tamże.

Jeśli ograniczymy się jedynie do walki rozumianej w wąskim, militarnym sensie, prowadzonej na tradycyjnym polu walki zbrojnej, odzyskanie punktu zaczepienia w przyszłości będzie nader trudne. Jakakolwiek wojna, która wybuchnie w przyszłości, charakteryzować się będzie walką postrzeganą w szerokim sensie. Będzie ona koktajlem – mieszaniną różnych form walki, zarówno tych prowadzonych przez siły zbrojne, jak i tych stosowanych przez pozamilitarne organizacje"[25].

Wskazują ci autorzy także na praktykę, twierdząc, że: „...Obecnie ludzkość dysponuje bogatą gamą technologii, które mogą wywoływać strach. Wymaga to jedynie nieco wyobraźni w modyfikacji i zastosowaniu znanych już technologii. Tego typu bronie są intensywnie rozwijane. Czyni się to jednak najczęściej skrycie. Jest jednak wystarczająco dużo sygnałów potwierdzających to zjawisko"[26].

Mimo kontrowersyjności postulatu nieograniczonej walki dokonana diagnoza obecnej sytuacji jest niezwykle trafna, sama zaś sytuacja zachęca do podejmowania poszukiwań badawczych w wyłaniających się obszarach aktywności militarnej. Należy się zgodzić z wieloma tezami autorów, które są rezultatem ich głębokich przemyśleń i szerokiej argumentacji. Niewątpliwie następuje intensywny rozwój nowych rodzajów broni oraz poszukiwanie i wdrażanie nowych form prowadzenia walki i wojny. Jednakże sam rozwój technologiczny nawet na najwyższym poziomie nie jest gwarancją bezpieczeństwa i sukcesów w rozstrzyganiu przyszłych konfliktów, a rozwinięte technologie nie mogą stać się synonimem przyszłej broni i walki. Nowe koncepcje broni nie opierają się na osiągnięciach nowych technologii, lecz na twórczym myśleniu. Dla dostrzeżenia i zaakceptowania takich koncepcji niezbędne jest porzucenie przywiązania do tradycyjnego myślenia i zaakceptowanie nowego paradygmatu. Paradygmat ten opisać można szeregiem tez, takich jak: *Jako broń należy traktować wszystko, co wykracza poza sferę militarną, jednakże – co może być użyte w operacjach militarnych. Wszystko, co może przynosić korzyść człowiekowi może mu także szkodzić, będąc w rezultacie bronią.*

Mogą złagodzone zostać formy prowadzenia wojny, ale nie zmieni się jej istota, którą jest przemoc i dlatego też nie zmieni to okrutności rezultatów wojny. Perspektywą przyszłych zmian nie jest mechaniczne rozszerzanie istniejących prze-

---

[25] Tamże.
[26] Tamże.

strzeni walki, jest nią zaś przeniesienie pola walki do nienaturalnych przestrzeni. Przykładem może być przestrzeń elektromagnetyczna, cybernetyczna, finansowa.

Czas fundamentalnych zmian przestrzeni walki nie jest odległy. W przeszłości walka w cyberprzestrzeni czy walka w przestrzeni *nano*[27] była trudna do wyobrażenia, a tymczasem na naszych oczach staje się rzeczywistością. Coraz częściej nowe formy walki prowadzone będą równolegle z tradycyjnymi sposobami. Te różne przestrzenie walki będą się nakładać na siebie i wzajemnie uzupełniać. Dlatego też walka toczyć się będzie zarówno w sferze makroskopowej, jak i mikroskopowej, a także w wielu innych sferach definiowanych przez wykorzystywane w nich zjawiska. Tworzyć to będzie niezwykle bogate, nieznane w historii ludzkości pole walki.

Wraz z postępującym zacieraniem się różnic pomiędzy technologią wojskową i cywilną oraz między profesjonalnym żołnierzem i nieprofesjonalnym wojownikiem przestrzeń walki będzie się coraz bardziej mieszać z innymi przestrzeniami, w których nie toczy się walka. Granice ograniczające przestrzenie walki będą zanikać. Walka obejmować będzie przestrzenie cywilnej sfery działalności, stając się wszechobecną. Do prowadzenia ataku w określonej sferze potrzebne będzie jedynie posiadanie określonych zdolności i woli osiągnięcia pożądanego celu. Wyraźnie dostrzegalna jest tendencja ucywilniania walki. Zanikają także tradycyjne podziały ról w społeczeństwie. Walka przestaje być domeną jedynie żołnierzy. Technologiczne elity społeczeństwa przełamały bariery i wdarły się w obszar zastrzeżony do tej pory dla żołnierzy, stawiając wojsko w kłopotliwej sytuacji. Współczesna technologia zmienia bronie i pole walki oraz zamazuje obraz tego, kto prowadzi i bierze udział w walce, a kto nie.

W koncepcjach militarnych pojawiła się już kategoria militarnych operacji pozawojennych wskazująca drogę postępowania siłom zbrojnym we wszelkich sytuacjach niezwiązanych z polem walki. Pojawia się też nowa kategoria pozamilitarnych operacji wojennych, która poszerza rozumienie i zmienia istniejącą percepcję walki i wojny. Koncepcja ta wkracza niemalże w każdy obszar ludzkiej aktywności i obejmuje obszary położone daleko poza zakresem klasycznych operacji militarnych. Rozszerzenie tego typu jest rezultatem ludzkiej determinacji w użyciu wszelkich moż-

[27] Jest to przestrzeń skali mikro. Podejmowane są działania mające na celu budowanie urządzeń składających się z komponentów zawierających jedynie niewielkie ilości pojedynczych molekuł. Urządzenia takie mogłyby np. wnikać we wnętrza organizmów żywych lub struktur materii nieożywionej i modyfikować je odpowiednio do potrzeb.

liwych środków dla osiągnięcia swoich celów. Formy, które nie charakteryzują się użyciem sił zbrojnych, a nawet nie są związane z przelewem krwi i ofiarami, tak samo gwarantują pomyślne osiąganie celów konfliktu i wojny, a nawet osiąganie większych korzyści niż przy użyciu przemocy militarnej.

W rezultacie pojawiają się rozmaite rodzaje walki: handlowa, finansowa, terrorystyczna, psychologiczna, przemytnicza (prowadząca do zachwiania rynku i ekonomicznego porządku), medialna (manipulowanie tym, co ludzie widzą i słyszą, dla kierowania nimi), narkotykowa (uzyskiwanie szybkich i znacznych nielegalnych profitów z rozprzestrzeniania katastrofy w innych krajach), informacyjna (w sieciach informacyjnych), technologiczna (tworzenie monopolu przez niezależne ustanawianie standardów), surowcowa (grabież zasobów i dóbr innych), fałszywa pomoc ekonomiczna (jawne obdarowywanie kogoś przy skrytym zdobywaniu kontroli), kulturowa (kreowanie i narzucanie trendów kulturowych w celu asymilowania tych, którzy reprezentują inny punkt widzenia), poprzez prawo międzynarodowe i inne tym podobne. Różnorodność form niemilitarnej wojny jest tak duża, że trudna do pełnego zidentyfikowania. Jest to szczególnie aktualne w odniesieniu do współczesności, gdzie lawinowo pojawiające się nowe technologie tworzą coraz rozleglejsze możliwości prowadzenia walki. Możliwe jest także twórcze stosowanie różnych mieszanych form walki, co jeszcze bardziej wzbogaca jej arsenał.

Współczesna i przyszła wojna będzie się charakteryzowała szerokim postrzeganiem walki, która będzie mieszaniną różnych jej form, zarówno tych prowadzonych przez siły zbrojne, jak i tych stosowanych przez pozamilitarne organizacje. Wojny nowego typu toczyć się będą permanentnie przy użyciu wszelkich dostępnych środków militarnych i niemilitarnych, krwawych i bezkrwawych dla zmuszenia przeciwnika, by długotrwale służył interesom prowadzącego wojnę. Istnienie tych wojen będzie często ukrywane i kwestionowane przez prowadzących je.

Obecnie jednym z nietradycyjnych obszarów walki jest nowa jakość wykorzystania sfery informacyjnej. Nowość ta polega głównie na tym, że informacja w przeszłości wykorzystywana głównie do zasilania procesów decyzyjnych teraz staje się dodatkowo środkiem walki, czyli bronią. W wyniku gwałtownego rozwoju technologicznego, szczególnie w obszarze elektroniki, pojawiło się głębokie uzależnienie od

informacji, a w węższym znaczeniu także od sieci komputerowych. W rezultacie zarówno w sferze praktyki, jak i w teorii pojawiła się walka informacyjna[28].

Koncepcja ta od początku koncentrowała się na atakowaniu informacji i systemów informacyjnych przeciwnika oraz obronie własnej sfery informacyjnej. Pomiotem i przedmiotem tej walki może być tak sfera militarna, jak i cywilna.

1.3.1.Walka sieciocentryczna (Network Centric Warfare)

Rozwój technologii[29] spowodował lawinowe narastanie nowych możliwości oraz gwałtownie poszerzył obszary ich zastosowania. Oczywiście technologie internetowe są dostosowane do potrzeb użytkowników cywilnych i często nie uwzględniają wymogów wojskowych, takich jak np. utajnienie informacji (choć i w cywilnych sieciach funkcjonują systemy kodowania informacji i systemy ograniczenia dostępu do informacji poprzez wprowadzenie identyfikacji użytkownika i hasła). Wyzwaniem są jednak sposoby zorganizowania przekazu informacji w sieci oraz odpowiedniego udostępniania informacji. Najważniejszą jednak sprawą jest tzw. *datafusion*, czyli łączenie dostępnych w sieci informacji i tworzenie jednolitych obrazów sytuacji (taktycznej, logistycznej, skażeń itp.).

Aby rozwiązać ten i inne problemy, dotyczące wojskowego wykorzystania sieci centrycznych, w Stanach Zjednoczonych i w Europie Zachodniej powołano liczne komórki organizacyjne oraz zakontraktowano firmy cywilne specjalizujące się w dostawach sprzętu wojskowego w celu równoległego wypracowania taktyczno-operacyjnej koncepcji funkcjonowania sieci centrycznych (uznaje się, że największe oddziaływanie zastosowania sieci nastąpi na szczeblu taktycznym i operacyjnym, co wtórnie wpłynie na działalność w skali strategicznej) oraz możliwości technicznych i technologicznych ich opracowania przy minimalnym nakładzie kosztów.

Zakończenie zimnej wojny oraz koniec istnienia dwubiegunowego układu sił na świecie niesłychanie skomplikowały sytuacje bezpieczeństwa na świecie, zarówno w skali globalnej, jak i w wymiarach narodowych. Pojawiło się wiele nieznanych wcześniej zagrożeń, a przeciwdziałanie im wymaga niekonwencjonalnych rozwiązań w kierowaniu operacją militarną i niestandardowym użyciu sił zbrojnych oraz ich siły

---

[28] Szerszy opis walki informacyjnej m.in. w: R. Szpyra *Militarne operacje informacyjne*, Warszawa 2003.

[29] L. Konopka, *Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości*, [w:] Myśl Wojskowa 2(631) Warszawa 2004.

ogniowego oddziaływania, w całkowicie nowym podejściu do planowania, dowodzenia, kierowania, współdziałania wewnątrz sił zbrojnych zarówno w układzie narodowym, jak i koalicyjnym, a także we współdziałaniu z innymi organizacjami i agencjami cywilnymi, często pozarządowymi.

Rozpowszechnienie się asymetrycznych form walki to przykład nowo pojawiających się zagrożeń. Prowadzenie działań militarnych w konflikcie asymetrycznym wymaga często nawet odejścia od ustalonych kanonów sztuki wojennej, na przykład od zasady jednolitego dowodzenia. W konfliktach tego rodzaju atak, oprócz postaci fizycznej, przybiera też inną formę, na przykład ataku cybernetycznego na sieci komputerowe lub działalności propagandowo-informacyjnej.

Jednocześnie era informacyjna wiąże się z gwałtownym rozwojem mediów i środków masowego przekazu, zarówno drukowanych oraz radia i telewizji, jak i mediów elektronicznych Internet. Powoduje to rewolucję w dziedzinie masowego informowania społeczeństw, w tym o aktualnym przebiegu działań bojowych nawet na odległych teatrach wojny. „Pod lupą" mediów są też procesy decyzyjne na szczeblu politycznym i na najwyższych szczeblach wojskowych. Pozwala to opinii publicznej na aktywne włączenie się w proces oceny działalności sił zbrojnych, a w państwach demokratycznych na wywieranie dużego wpływu na podejmowanie decyzji. Dowódcy wojskowi muszą, więc liczyć się z tym, że ich bieżąca działalność jest stale oceniana przez własną (narodową) oraz światową opinię publiczną, która z kolei wpływa na polityków kierujących operacjami militarnymi.

W tradycyjnym rozumieniu pole walki było zamkniętym geograficznie obszarem, na którym prowadzono działania bojowe, a samo pojęcie zawierało w sobie wszystkie uwarunkowania związane z prowadzeniem tych działań, które w większości wiązały się ze wspomnianym, zamkniętym obszarem geograficznym. Obecnie, w związku z zasygnalizowanymi wcześniej zjawiskami, uwarunkowania wpływające na działania bojowe, nawet na najniższym szczeblu taktycznym, w znacznym stopniu znajdują się poza obszarem geograficznym, tradycyjnie rozumianym jako pole walki. Są to na przykład działania propagandowo-informacyjne związane z aktualnymi działaniami taktycznymi, mające na celu utrzymanie poparcia opinii publicznej (z tego punktu widzenia politycy mogą ograniczyć możliwe opcje rozwiązywania zadań na wszystkich szczeblach, do taktycznego włącznie). Mogą to być działania sensorów o zasięgu globalnym (np. rozpoznanie satelitarne, czy satelitarny system nawigacyjny

wykorzystywany do szczebla taktycznego włącznie), działania środków ogniowych o zasięgu globalnym (bombowce strategiczne), ale wykonujących zadania taktyczne itd. Zwiększenie roli sił specjalnych, operujących na całym terytorium przeciwnika, a także roli lotnictwa, bazującego często daleko od obiektów działania oraz innych państw regionu, zapewniających bardziej lub mniej skrywane poparcie dla którejś ze stron konfliktu i wiele innych, podobnych czynników ma obecnie wpływ na przebieg działań na tradycyjnie, rozumianym polu walki.

Jeszcze inny wymiar ma pole walki w działaniach antyterrorystycznych. Na przykład w wypadku uderzenia terrorystów na dany obiekt na własnym terytorium trudno jest w ogóle mówić o jakimkolwiek polu walki, natomiast ewentualne kontrakcje militarne, choć przeprowadzane czasem na terytorium obcego państwa, nie są przeciwko temu państwu skierowane. Ogólnie rzecz biorąc, w konfliktach asymetrycznych w zasadzie nie można zakreślić obszaru typowego pola walki.

W związku z tym Amerykanie zaproponowali zastąpienie pojęcia pole walki (*battlefield*) nowym pojęciem - przestrzeń walki (*battlespace*). Przestrzeń walki obejmuje wszystkie uwarunkowania związane z prowadzeniem działań bojowych na wszystkich szczeblach (strategicznym, operacyjnym, przede wszystkim - taktycznym), niezależnie od ich geograficznego ulokowania.

Jak już wiadomo, przewaga informacyjna, wynikająca z zastosowania sieci centrycznej, umożliwia zastąpienie masowania (koncentracji) sił przez masowanie (koncentrację) efektu oddziaływania. To jest klucz do wykorzystania sił rozproszonych geograficznie. W przeszłości ugrupowanie bojowe i jego poszczególne elementy były ograniczone przez indywidualne możliwości (czyli możliwości elementów tegoż ugrupowania) w zakresie komunikowania się, zdolności do manewru i zdolności do oddziaływania ogniowego. W związku z tym elementy ugrupowania musiały być rozmieszczone relatywnie blisko siebie, by przez manewr i ogień uzupełniać się wzajemnie i chronić. Ugrupowanie tworzyło więc ciągłą linię, a jego elementy operowały na jej wąskich odcinkach geograficznych, dając sobie wzajemnie osłonę ogniową i manewrową. Gdybyśmy w takich warunkach chcieli to ugrupowanie rozproszyć, stałoby się ono słabe, łatwe do przenikania przez siły przeciwnika i do wymanewrowania i byłoby ono podatne na kolejne niszczenie jego elementów. Wykorzystanie efektów walki sieciocentrycznej pozwala na gwałtowne manewrowanie uprzedzające w stosunku do dowolnych manewrów przeciwnika w całym obszarze teatru działań

wojennych, pozwala na nagłe masowanie precyzyjnego, a więc efektywnego ognia w dowolnym rejonie. W związku z tym ugrupowanie może być geograficznie rozproszone, a i tak tempo manewru i ognia będzie przewyższało możliwości przeciwnika, zwłaszcza przeciwnika o tradycyjnym charakterze, stosującego zasadę koncentracji sił i środków. Takie obszary koncentracji stanowią doskonały cel do precyzyjnego, zmasowanego uderzenia ogniowego i w związku z tym istnieje możliwość wywalczenia taktycznej przewagi właśnie na głównych kierunkach działania. Małymi siłami łatwiej się manewruje, zaopatruje i zabezpiecza pod względem logistycznym oraz łatwiej się nimi dowodzi i kieruje. Ponadto są bardziej ekonomiczne, zużywają bowiem mniej środków materiałowych, a ich utrzymanie na teatrze działań mniej kosztuje. Są też mniej wrażliwe na uderzenia przeciwnika, bowiem nie tworzy się rejonów koncentracji sił i środków, czyli atrakcyjnych obiektów do ataku przeciwnika.

Dodatkowym efektem takiego podejścia jest to, że poszczególne elementy ugrupowania są dobrze poinformowane nie tylko o sytuacji przeciwnika, lecz także i o działaniach własnych. Daje to duży komfort psychiczny nawet w sytuacjach, gdy poszczególne elementy ugrupowania działają w oderwaniu od pozostałych. Podczas walki sieciocentrycznej możliwe jest więc generowanie synergiczności sił nawet rozproszonych geograficznie, a ponadto istnieje możliwość łatwego przenoszenia wysiłku w miejscu i czasie, w zależności od rozwoju sytuacji, która jest wśród własnych wojsk powszechnie znana - na bieżąco i na każdym szczeblu dowodzenia.

Sama technologiczna koncepcja stworzenia sieciocentrycznej infostrukturty jest obecnie dyskutowana. Prowadzi się badania praktyczne i teoretyczne modelowanie, zmierzające do zbudowania najbardziej efektywnej infostruktury i bazującej na niej organizacji sił zbrojnych. Ta ostatnia ulega bowiem przeobrażeniu w kierunku maksymalnego wykorzystania nowych możliwości.

1.3.2. Potrzeby w zakresie zdolności sił

Pomyślna adaptacja nowych i ulepszanych technologii może spowodować wielkie przyrosty określonych możliwości.[30] Odwrotnie, niezrozumienie i zaniechanie tych adaptacji mogłoby prowadzić obecne siły wojskowe do ich przedwczesnego zanikania. Ponadto prowadziłoby to do znacznego zwiększania ryzyka, jako że przestarzałe siły będą niezdolne do efektywnego przeciwdziałania wysoko rozwiniętemu

[30] Joint Vision 2010. Chairman of the Joint Chiefs of Staff, Washington, D.C.

technologicznie przeciwnikowi. Precyzyjne zdolności oddziaływania na daleki zasięg, połączone z szerokim spektrum systemów przenoszenia (platform), stają się kluczowym czynnikiem w przyszłej wojnie. Postęp techniczny będzie stymulować trend ku systematycznemu ulepszaniu precyzji. Globalne systemy lokalizacji położenia, badania wysoko energetyczne, elektromagnetyczna technologia i coraz większe możliwości rażenia z dystansu będą umożliwiać zwiększanie dokładności i szeroki wybór opcji dostarczenia broni do celu. Te możliwości będą powiększać dostępną do użycia, przeciw wybieranym celom moc bojową, a w rezultacie tego poprawią ekonomię sił i umożliwią wyższe tempo działań.

Zdolność uzyskiwania bardziej rozległego spektrum potencjalnych skutków użycia broni, od niezabójczych efektów do niszczenia obiektów szczególnie umocnionych, od zintegrowanych sensorów po bronie kierowanych wiązek energii, będzie wzmagać możliwości precyzyjnego oddziaływania. Postępy w technologiach oddziaływania na obiekty ataku będą wdrażane do istniejących systemów broni oferując dowódcom większą elastyczność. Te zmiany zapewnią coraz większe możliwości stopniowania i precyzyjnego oddziaływania, które pomogą osiągać optymalne rezultaty zarówno w walce jak i działaniach innego typu.

Postępy w technologiach umożliwiających dostrzegalność w warunkach małej widoczności obiektu i zdolność maskowania sił własnych będą umożliwiać redukcję śladu własnego działania co wzmocni zdolność oddziaływania na przeciwników w dowolnej przestrzeni walki i polepszy żywotność tych sił, które postępy te wykorzystają.

Niewidzialność wzmocni zdolność do osiągania zaskoczenia, zredukuje potrzeby w zakresie ilości użycia sił w wielu działaniach, a także uczyni siły te mniej widocznymi dla prymitywniej rozwiniętego lub zdezorientowanego przeciwnika. Mikrominiaturyzacja ułatwi redukcję własnego śladu i znacznie wzmocni możliwości działania pojedynczych elementów i małych grup. Jednocześnie wielospektralne wykrywanie, automatyczne rozpoznawanie celów i inne osiągnięcia zwiększą wykrywalność celów w całej przestrzeni walki. Zwiększanie zasięgów i możliwości wykrycia obróci noc w dzień dla wielu rodzajów działań. Zmniejszy to również ryzyko samobójczych akcji, a także umożliwi zwiększenie operacyjnego tempa działań.

Postępy w technologiach przetwarzania informacji i integracji systemów wywiera znaczny wpływ na przyszłe działania militarne przez zapewnienie decydentom

dokładnej i terminowej informacji. Technologie informatyczne poprawiają zdolności dostrzegania, hierarchizowania, przydzielania i oceny informacji. Integracja wszystkich źródeł rozpoznania z płynną integracją sensorów, platform, systemów dowodzenia i ośrodków wsparcia logistycznego pozwala na szybsze wykonanie wielu zadań operacyjnych. Postępy w komputerowym przetwarzaniu, precyzyjne określanie pozycji na całym globie oraz telekomunikacja zapewniają możliwości określania dokładnych lokalizacji sił zarówno własnych jak i wrogich, umożliwiają także zbieranie, obróbkę i dystrybucję odpowiednich danych do tysięcy miejsc.

Siły wykorzystujące te możliwości potencjalnie dostępne z takiego systemu systemów uzyskują wszechogarniającą świadomość sytuacji pola walki, interaktywny „obraz", który zapewnia dużo dokładniejsze oceny własnych i wrogich działań w rejonie zainteresowania. Mimo iż nie eliminuje to całkowicie tzw. „mgły wojny" to wszechogarniająca świadomość sytuacji pola walki polepsza znajomość sytuacji, zmniejsza czas reagowania i czyni przestrzeń walki znacznie bardziej przejrzystą dla tych, którzy zdolność tą posiądą.

Kombinacja tych trendów technologicznych wyznacza kierunek i skalę zmian w zabójczości broni. Dowódcy będą w stanie pomyślnie atakować cele przy użyciu mniejszej liczby platform i mniejszej ilości użytego uzbrojenia przy jednoczesnym szybszym i mniej ryzykownym osiąganiu celów. Pojedynczy wojownicy dysponować będą niespotykanymi dotychczas możliwościami w zakresie wykrywania, wyboru obiektów rażenia i łączności, które w wielkim stopniu zwiększą możliwości małych jednostek organizacyjnych. W skali strategicznej zmiany te umożliwią szybszą projekcję siły i zmniejszenie logistycznego zaplecza. W skali operacyjnej, w granicach teatru te nowe możliwości oznaczać będą szybszą transformację od stanu rozmieszczenia do uzyskania pełnej gotowości bojowej. W rezultacie poprawione zostaną globalne możliwości szybkiego rozmieszczenia sił przy jednoczesnym zwiększeniu mobilności i zabójczości w skali taktycznej.

Coraz powszechniej gwarantowane będą zdolności adaptacji do tego coraz bardziej zabójczego pola walki. Adaptacje te prawdopodobnie przyjmą formę zwiększonej niewykrywalności, mobilności, rozproszenia i narzucania wyższego tempa działań elementów przestrzeni walki.

By stawić czoła bardziej zabójczym systemom i zwiększonym możliwościom selekcji obiektów ataku działające siły wymagać będą niewykrywalności i innych

przedsięwzięć pasywnej ochrony. Ponadto wymagać będą także doskonałej mobilności, która przewyższać musi możliwości przeciwnika w zakresie przecelowywania lub reagowania na nasze działania. Zwiększona niewykrywalność zredukuje zdolności nieprzyjaciela do wykrywania i niszczenia naszych obiektów. Większe rozproszenie i mobilność zwiększają ofensywność bo każda platforma i każdy wojownik przenosi większy potencjał zabójczości i ma większy zasięg oddziaływania. Z punktu widzenia obrony, rozproszenie i wyższe tempo komplikuje rozpoznawanie i niszczenie atakujących obiektów, ponadto redukuje efektywność ataku powierzchniowego w tym i z użyciem broni masowego rażenia. Zdolność kontrolowania tempa działań i jeśli to konieczne utrzymywania go na wyższym poziomie niż nieprzyjaciel umożliwi także uzyskiwanie i utrzymywanie inicjatywy.

Wzrosło zainteresowanie precyzyjną bronią[31], która daleko mniej zależna jest od mnóstwa ludzi i maszyn potrzebnych w przeszłości do nadrobienia niedokładności broni. Precyzja staje się potrzebna nie tylko przy atakowaniu wybranych obiektów lecz także przy oddziaływaniu na obiekty oceniane jako sztuczne.

Wzrastający zasięg i pośredni ogień precyzyjnych broni stanie się dostępny dla wielu aktorów sceny międzynarodowej, co wytworzy wiele zagrożeń. Bezpieczne rozmieszczenie samolotów blisko pola walki stanie się problematyczne. (...) Pojawienie się nie śmiercionośnej techniki bojowej (technologii) zwiększy możliwości w całym spektrum wojny. Te nowe bronie znajdą zastosowanie przeciwko komunikacji, artylerii, mostom, silnikom paliwowym – to tylko kilku potencjalnych obiektów ataku. Co najbardziej jednak interesujące to to, że wykonają one swoje zadania bez wykorzystania dużej eksplozji, która niszczy więcej mienia niż to jest konieczne i przynosi niezaplanowane ludzkie straty.

Broń precyzyjna pozwala na ekonomiczne zniszczenie, faktycznie wszystkich szczególnie strategicznych i operacyjnych celi, którym ciężko się poruszać i ukryć. Broń ta zmienia naturę wojny w odniesieniu do oczekiwanego rezultatu z prawdopodobnie do pewnie wygranej. Wojny przez tysiąclecia były zjawiskami, w których każda ze stron wysyłała ogromną liczbę pocisków w nadziei, że taka liczba pocisków skłoni ich przeciwnika do odwrotu lub poddania się. Rezultat był nie do przewidzenia, pełny niespodzianek i rządzony przypadkiem. Broń precyzyjna zmieniła wszystko tak,

[31] Warden III J.A. „Air Theory for the Twenty-first Century" Battlefield of the Future. 21st Century Warfare Issues. Air University, Maxwell AFB 1995, s. 103.

że już w pierwszej wojnie z Irakiem wiedziano z dużym prawdopodobieństwem, że pojedynczy cel zostanie zniszczony. Dzięki broni precyzyjnej nawet logistyka stała się prosta, zniszczenie Iraku na poziomie strategicznym, operacyjnym i taktycznym wymagało zniszczenia dwunastu tysięcy celi. Przez to nie jest dłużej potrzebne gromadzenie, bliżej nie określonej liczby amunicji, ze względu na to że mała liczba broni precyzyjnej może zniszczyć coś ważnego.

Uzbrojenie precyzyjnego rażenia użyte spoza strefy ognia nieprzyjaciela powoduje znaczące zwiększenie parametrów obronnych oraz wzrastające znaczenie zaangażowania nieprzyjaciela. Tworzy to dysproporcje w zakresie możliwości obrony przeciwlotniczej, szczególnie dla systemów krótkiego zasięgu, takich jak artyleria przeciwlotnicza. Ponadto, dzięki zwiększaniu prawdopodobieństwa trafienia jednym strzałem, broń precyzyjnego rażenia użyta spoza strefy ognia nieprzyjaciela będzie w znaczący sposób redukować liczbę samolotów, które muszą być wyznaczone do zniszczenia danej liczby obiektów.

W związku z taką sytuacją, obecnie mamy do czynienia z wielkim fermentem w obszarze odnoszącym się do sfery obronności, sposobów prowadzenia wojen a także roli sił zbrojnych jako narzędzia polityki państwa. Problemy te są bardzo istotne z powodu rosnącej niechęci społeczeństw na utrzymywanie znacznych wydatków na obronność. Zmusza to siły zbrojne do niezwykle oszczędnego i trafnego wydawania pieniędzy zarówno na sprzęt jak i szkolenie. Zakupiony sprzęt musi być długo eksploatowany a siły zbrojne mogą prowadzić wojny tylko w sposób do jakiego zostały przygotowane. Dzisiejsze zakupy uzbrojenia i model szkolenia determinują przydatność sił zbrojnych do określonej grupy scenariuszy rozwoju konfliktów i wojen, mogą być one jednak nieprzydatne do innej grupy tych scenariuszy. Zarówno okresy eksploatacji współczesnego sprzętu bojowego jak i niezbędne czasy szkolenia wydłużają się. Zakupienie sprzętu bojowego, który szybko zestarzeje się moralnie lub wyszkolenie sił zbrojnych do działań, które nie nastąpią jest zmarnowaniem publicznych pieniędzy, a co gorsze mimo ich wydania może się okazać, że bezpieczeństwo narodowe nie poprawiło się.

Zmniejszające się budżety obronne państw i wzrost kosztów rozwoju, dostaw i użycia w działaniu nowoczesnego sprzętu bojowego zmuszają do szukania oszczędności. Pytaniem, na które trzeba pilnie odpowiedzieć jest: "jak można zapewnić wymaganą siłę bojową w zakresie możliwych dostaw w przyszłości?"

Lotnictwo poddawane jest ekstensywnej redukcji sił oraz wielokrotnemu zmniejszeniem ilości bojowych samolotów, które mimo wszystko muszą zabezpieczać cały zakres misji. Zakres ten w wyniku wprowadzenia nowej strategii i koncepcji wymagających wykonywania misji ekspedycyjnych w skali nawet globalnej nie tylko się nie kurczy lecz poszerza. W konkluzji uznać należy, że:

- Świat w dalszym ciągu daleki jest od stabilizacji i pokoju;
- Konflikty będą występować w przyszłości, a ich liczba będzie nawet większa niż obecnie;
- Natura tych konfliktów bardzo szybko ulegać będzie zmianom;
- Podobnym zmianom ulec powinny też narzędzia służące do rozwiązywania tych konfliktów;
- Pojawiają się nowe przestrzenie walki (cyberprzestrzeń, przestrzeń nanoskali);
- Następuje zacieranie granic między walką zbrojną i niezbrojną (terroryzm, pozamilitarne operacje wojenne – walka medialna, handlowa, finansowa, narkotykowa, ekonomiczna, kulturowa, ...);
- Pogłębia się sieciowość zasobów militarnych – walka sieciocentryczna - *Network Centric Warfare;*
- W koncepcjach działań zaczyna dominować idea *swarmingu* tj. rozproszenia sił (dyspersji), szybkiej koncentracji i ponownego rozproszenia;

Powszechnie obserwowane są:

- Szybko postępująca robotyzacja – wypieranie załogowych aparatów latających przez bezzałogowe;
- Wzrost znaczenia informacji – staje się ona podstawą sukcesu w walce oraz nową formą broni;
- Zmiana podejścia z platformo-centrycznego na sieciocentryczne;
- Wzrost precyzji rażenia – zmniejszanie ilościowych potrzeb uzbrojenia oraz wielkości masy ładunku wybuchowego;

- Pojawianie się nowych form rażenia – przykładem może być opracowanie bomb rażących za pomocą impulsu elektromagnetycznego oraz broni niezabójczych;
- Rozszerzanie walki ze sfery powietrznej w przestrzeń kosmiczną.

W konsekwencji, w zakresie zdolności bojowych dążyć się będzie do:

- Pozbawienia przeciwnika jakichkolwiek bezpiecznych miejsc, zdegradowania jego możliwości do ucieczki lub jakiegokolwiek ukrycia się w jakimkolwiek czasie;
- Uzyskania zdolności do elastycznego rażenia od niezabójczego - *nonlethal* do bardzo zabójczego;
- Uzyskania zdolności do projekcji siły w odległych teatrach w sytuacji zagrożenia niedostępnością tych teatrów (zdalne oddziaływanie);
- Prowadzenia efektywnych operacji w kosmosie;
- Prowadzenia efektywnych operacji informacyjnych;
- Wykorzystania technologii teleinformatycznych do zapewnienia siłom połączonym wspólnego obrazu sytuacji bojowej;
- Uzyskania zdolności ataku bez powodowania strat ubocznych.

Rosnące koszty produkcji kolejnych generacji sprzętu bojowego oraz ograniczane budżety obronne tworzą konieczność osiągania równorzędnej siły bojowej za mniejsze pieniądze w przyszłości. W tym kontekście niezbędne jest:

- Umiędzynarodowienie rozwoju przemysłu obronnego oraz sił zbrojnych;
- Podział zadań między państwa;
- Podnoszenie jakości kosztem ilości jednostek;
- Poprawa bezpieczeństwa wykonywania zadania i możliwości penetracyjnych;
- Wzrost możliwości przez zwiększenie niezawodności i obsług;
- Potrzeba strategicznego myślenia - zamówienia zbrojeniowe na najbliższe dziesięciolecie muszą uwzględniać przydatność nowych systemów w przyszłości. Podstawowe wymagania w tym zakresie:

- Okres eksploatacji sprzętu około 30 lat;
- Środek eksploatacji zamawianego teraz sprzętu przypadnie na ok. 2025 r. Potrzeba już teraz wyobraźni o przyszłości lub wydatki zbrojeniowe okażą się marnotrawstwem.

1.4. Kierunki rozwoju sił zbrojnych Sojuszu Północnoatlantyckiego w aspekcie przeciwdziałania nowym zagrożeniom militarnym i cywilizacyjnym

Pojawienie się nowych zagrożeń militarnych i cywilizacyjnych spowodowało konieczność dostosowania założeń polityczno-militarnych NATO do nowych uwarunkowań. Po atakach terrorystycznych z 11.09. 2001 r. nastąpiła konieczność wypracowania kolejnych kierunków zmian w koncepcji działania Sojuszu. Znalazło to też swoje potwierdzenie podczas praskiego spotkania przywódców państw NATO oraz nowych kandydatów do Sojuszu w listopadzie 2002 r. Polska aktywnie uczestniczy w wypracowaniu koncepcji zmian Sojuszu dostosowując do nich narodowe rozwiązania w zakresie polityki obronnej oraz strategii bezpieczeństwa i obronności RP.

W nowej koncepcji strategicznej NATO podkreśla się, że chociaż zagrożenia zimnej wojny odeszły do przyszłości, to pojawiły się w ostatnich dziesięciu latach nowe wyzwania i zagrożenia dla pokoju i stabilności związane z konfliktami etnicznymi, nierównościami ekonomicznymi, upadkiem dotychczasowego porządku politycznego oraz proliferacją broni masowego rażenia[32]. W tej sytuacji NATO ma odgrywać rolę konsolidującą i wzmacniającą pozytywne zmiany ostatnich dziesięciu lat oraz zmiany wynikające z dynamicznie zmieniających się sytuacji obecnie i w przyszłości. Ma to wpływ na zmianę celu funkcjonowania Sojuszu oraz jego obecne i przyszłe zadania.

Celem funkcjonowania Sojuszu Północnoatlantyckiego jest strzeżenie wolności i bezpieczeństwa wszystkich jego członków przez oddziaływanie zarówno polityczne jak i militarne. Bazując na powszechnych wartościach demokracji, prawach człowieka oraz zasadach prawa Sojusz jest i będzie gwarantem pokojowego porządku w Europie w najbliższych dziesięcioleciach. Rozszerzenie Sojuszu w 2004 roku i przyjęcie kolejnych dziewięciu państw (Estonii, Łotwy, Litwy, Słowacji, Rumunii, Słowenii, Bułgarii, Macedonii) poszerzyło obszar demokracji i obszar bezpieczeństwa

[32] *The Alliance's Strategic Concept. The Washington Summit*, April 23-24.1999, s. 4.

w Europie Jednakże NATO nie tylko strzeże bezpieczeństwa jego członków, ale wnosi i będzie wnosiło znaczący wkład w zapewnienie pokoju i stabilności na całym świecie. W celu osiągnięcia tych celów NATO przyjęło na siebie realizację obecnie i w przyszłości następujących zadań:

- **zapewnienie bezpieczeństwa** – poprzez wkład w stabilne środowisko euroatlantyckie, bazujący na rozwoju demokratycznych instytucji oraz gotowości do przeciwdziałania zagrożeniom, łącznie z użyciem siły;
- **prowadzenie konsultacji** – w celu wypracowania wspólnych decyzji zmniejszających ryzyko zagrożeń oraz koordynacji wspólnych wysiłków;
- **odstraszanie i obrona** – przed każdym zagrożeniem agresją przeciwko któremukolwiek państwu NATO, łącznie z użyciem siły militarnej;
- **zarządzanie kryzysowe** – poprzez reagowanie adekwatne do zagrożenia zapobieganie kryzysowi, łącznie z prowadzeniem operacji reagowania kryzysowego;
- **partnerstwo** – poprzez promocję szerokiego spektrum działań partnerskich, kooperację i dialogu z innymi państwami w rejonie Północnoatlantyckim i poza nim[33].

NATO jest również gotowe do zapewnienia bezpieczeństwa innym państwom, zgodnie z rezolucjami ONZ. W tym celu niezbędne jest budowanie możliwości militarnych adekwatnych do potrzeb kolektywnej obrony oraz do wypełnienia wszystkich misji Sojuszu. Znaczenie NATO, jako właściwie jedynej organizacji polityczno-militarnej zdolnej do szybkiego reagowania na współczesne zagrożenia – rośnie. Nawet brak jednolitego stanowiska poszczególnych państw Sojuszu wobec wojny przeciwko Irakowi w 2003 r. nie zmienia podstawowych wartości będących podstawą jego funkcjonowania.

Bezpieczeństwo Sojuszu jest jednoznaczne – atak na jedno z państw NATO oznacza atak na wszystkich jej członków. Zgodnie z art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego wielonarodowe siły zbrojne NATO muszą być gotowe do odstraszania lub do prowadzenia obrony na terytorium Sojuszu. Ale siły zbrojne NATO muszą też być przygotowane do zapobiegania konfliktom i prowadzenia operacji reagowania kryzyso-

[33] Tamże, s. 2-3.

wego (poza art. 5), w tym poza terytoriom Sojuszu34. Prowadzenie operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) poza terytorium NATO będzie w przyszłości dużo bardziej prawdopodobne.

Zasada zbiorowego wysiłku państw – członków NATO w obronie Sojuszu jest i będzie realizowana poprzez praktyczne uzgodnienia, które umożliwiają sojusznikom odnoszenie korzyści politycznych i wojskowych, wynikających ze wspólnej obrony oraz korzystania ze wspólnych zasobów. Dzięki temu możliwe jest podejmowanie niezbędnych działań antykryzysowych, nieujętych w art. 5, oraz zajęcie stanowiska wobec wszelkich nieprzewidzianych wydarzeń. Ich podstawę stanowią procedury konsultacyjne, zintegrowana struktura wojskowa i porozumienia o współpracy, które w przyszłości będą miały jeszcze większe znaczenie. Wzajemne uzgodnienia obejmują[35]:

- zbiorowe planowanie sił zbrojnych;
- wspólne finansowanie;
- planowanie operacyjne;
- uzgodnienie w zakresie dowodzenia, zintegrowanego systemu rozszerzonej obrony powietrznej, równowagi ról i odpowiedzialności poszczególnych państw;
- uzgodnienia w zakresie stacjonowania, a w razie potrzeby rozmieszczania wojsk poza własnym terytorium;
- uzgodnienia dotyczące planowania w zakresie zarządzania kryzysowego wzmocnienia potencjału wojskowego w rejonie kryzysu;
- wspólne standardy i metody postępowania w zakresie wyposażenia, ćwiczeń i zabezpieczenia;
- wspólne doktryny oraz współpracę w zakresie infrastruktury, uzbrojenia i logistyki.

Objęcie państw NATO istniejącymi ustaleniami lub poczynienie z nimi podobnych ustaleń w stosownych kwestiach jest instrumentem umacniania współpracy i wspólnych wysiłków bezpieczeństwa euroatlantyckiego.

Zasadniczą rolą sił zbrojnych Sojuszu jest i będzie obrona pokoju, zagwarantowanie, terytorialnej oraz politycznej niepodległości i bezpieczeństwa państw człon-

[34] Tamże, s. 10.
[35] Tamże, s. 11.

kowskich. Dlatego siły zbrojne Sojuszu muszą posiadać zdolność skutecznego odstraszania i obrony, utrzymywania lub przywrócenia nienaruszalności terytorialnej państw sprzymierzonych, a w razie konfliktu szybkiego zakończenia wojny poprzez zmuszenie agresora do zmiany decyzji, przerwania ataku i wycofania się Siły Sojuszu muszą nie tylko utrzymywać zbiorową zdolność obronną ale jednocześnie muszą być gotowe do prowadzenia skutecznych operacji reagowania kryzysowego, nieobjętych art. 5, w tym poza terytorium NATO.

Siły zbrojne sojuszu uczestnicząc, poprzez prowadzenie operacji militarnych, w zarządzaniu kryzysowym będą musiały stawiać czoło złożonej i różnorodnej gamie czynników, zagrożeń oraz spełnić szereg wymagań, łącznie z niesieniem pomocy humanitarnej w sytuacjach wyjątkowych.

Jak wskazuje analiza założeń funkcjonowania Sojuszu niektóre operacje reagowania, kryzysowego (spoza art. 5) mogą się okazać równie trudne jak działania obronne. Dlatego właściwie przeszkolone i dobrze wyposażone siły wojskowe, o odpowiednim stopniu gotowości i liczebności, niezbędnej do adekwatnego reagowania w każdej sytuacji oraz stosowane struktury dowodzenia, kontroli i wsparcia stanowią niezbędny warunek skutecznego zaangażowania militarnego. Z powyższego wynika, że państwa NATO powinny rozwijać swoje możliwości militarne poprzez przygotowanie odpowiednich sił lądowych, powietrznych, morskich, specjalnych i wsparcia.

Jednym z ważnych wymagań jest zdolność do wsparcia (prowadzenia) operacji pod polityczną kontrolą i strategicznym kierownictwem innej niż NATO organizacji politycznej. Dlatego wielkość, gotowość, dostępność i rozmieszczenie sił zbrojnych NATO powinny odzwierciedlać zaangażowanie Sojuszu w kwestie zbiorowej obronności i reagowania na sytuacje kryzysowe, czasem w trybie natychmiastowym, w oddaleniu od własnych baz i poza jego terytorium.

Wojska Sojuszu muszą posiadać odpowiedni potencjał bojowy i możliwości do przeciwdziałania agresji skierowanej przeciwko dowolnemu z jego członków. To oznacza, że muszą być interoperacyjne, tzn. zdolne do wspólnego działania w ugrupowaniach międzynarodowych oraz posiadać odpowiednie doktryny i technologie. Muszą również utrzymywać wymagany poziom gotowości i zdolności do przemieszczania oraz wykazywać zdolność do osiągania sukcesów militarnych w ramach szerokiego spektrum wspólnych sojuszniczych operacji połączonych, w których mogą także uczestniczyć Partnerzy oraz kraje nie należące do Sojuszu.

Ustalenia te oznaczają, że:

1. Całkowita liczebność sił zbrojnych Sojuszu utrzymywana będzie na możliwie najniższym poziomie odpowiadającym wymienionym wymaganiom. Będą one utrzymywane w zróżnicowanych, ale odpowiednich stopniach gotowości bojowej.

2. Dyslokacja sił już w czasie pokoju ma zapewnić obecnie i w przyszłości niezbędną obecność wojskową na całym terytorium NATO, także poprzez odpowiednie i zróżnicowane co do wielkości rozmieszczenie oraz utrzymanie sił na lądzie i morzu poza własnym terytorium, włącznie z prewencyjnym rozmieszczeniem sił[36].

3. Wielkość, gotowość, dostępność i rozmieszczenie sił zbrojnych Sojuszu odzwierciedla i odzwierciedlać będzie jego zaangażowanie w zbiorową obronność oraz możliwości reagowania na sytuacje kryzysowe, czasem w trybie natychmiastowym, w oddaleniu od własnych baz i poza terytorium Sojuszników. Siły zbrojne NATO muszą być także budowane zgodnie z postanowieniami z zakresu kontroli zbrojeń.

4. Struktura dowodzenia NATO ma być zdolna do przejęcia dowodzenia i kontroli w zakresie całego kompleksu zadań wojskowych realizowanych przez Sojusz, w tym rozmieszczenie i wykorzystanie stanowisk połączonego i wspólnego dowodzenia, w szczególności zaś dowództw wielonarodowych połączonych sił zadaniowych (Combined Joint Task Force – CJTF) obejmujących różne rodzaje sił zbrojnych. Struktura dowodzenia musi być przygotowana do udzielenia wsparcia operacjom prowadzonym pod polityczną kontrolą i strategicznym kierownictwem innej niż NATO organizacji politycznej oraz do podjęcia działań przeciwkryzysowych prowadzonych pod przywództwem NATO, z ewentualnym udziałem Partnerów oraz innych państw.

5. W przyszłości realizacja pełnego spektrum zadań Sojuszu wymagać będzie zapewnienia podstawowych możliwości operacyjnych – efektywnych zdolności bojowych, zdolności do szybkiego przemieszczania i rozmieszczania wojsk, zdolności do przetrwania wojsk i infrastruktury oraz zdolności do ciągłego działania. Odpowiednie możliwości w obszarze dowodzenia, kontroli, łączności, wywiadu i rozpoznania są niezbędne do zwiększania skuteczności bojowej.

---

[36] Możliwość wystąpienia kryzysów na obrzeżach Sojuszu, które mogą doprowadzić do konfliktów wymagać może szybkiej reakcji militarnej NATO, tamże, s. 12-13.

6. Ograniczony co do liczebności, lecz znaczący z militarnego punktu widzenia komponent sił lądowych, powietrznych i morskich utrzymuje i utrzymywał będzie stałą i wysoką gotowość do szybkiej reakcji na różne scenariusze rozwoju wydarzeń. Kolejne, większe komponenty są utrzymywane w odpowiednio wyższych stopniach gotowości bojowej w celu zapewnienia ciągłości prowadzonych operacji na terytorium Sojuszu jak i poza nimi, między innymi poprzez wymianę wojsk. Komponenty te muszą spełniać określone wymagania dotyczące niezbędnej (wystarczającej) wielkości, jakości i gotowości bojowej, aby spełniać funkcje odstraszania i odeprzeć atak o ograniczonej sile na Sojusz.

7. Sojusz, musi mieć możliwość rozbudowy swych sił, zarówno w odpowiedzi na zasadnicze zmiany w uwarunkowaniach bezpieczeństwa jak i na węższe potrzeby, poprzez mobilizację rezerw, wzmocnienie potencjału, a także w razie konieczności odtwarzania zdolności bojowej. Możliwości Sojuszu w tym względzie muszą być proporcjonalne do potencjalnych zagrożeń w dalszej przyszłości. Nadal szczególnie istotne pozostaną możliwości terminowego wzmacniania i uzupełniania zapasów w Europie i Ameryce Północnej i wynikająca stąd konieczność zapewnienia wysokiego stopnia mobilności i elastyczności działania wojsk.

8. W celu zapewnienia elastycznego i terminowego reagowania dla obniżenia lub rozładowania napięć, konieczne są i będą odpowiednie struktury wojsk i procedury postępowania mające prowadzić do zwiększenia zdolności bojowych, możliwości rozmieszczenia jednostek i ich selektywnego odwołania. Ustalenia w tym zakresie muszą być regularnie trenowane w czasie pokoju.

9. Struktura obronna Sojuszu musi być w stanie w odpowiedni i skuteczny sposób przeciwstawić się zagrożeniom związanym z rozprzestrzenieniem się broni masowego rażenia i środków jej przenoszenia. Broń ta stanowi, potencjalne zagrożenie dla państw członkowskich, zarówno dla ludności, jak i dla ich terytoriów i sił zbrojnych. Dlatego niezbędne jest zapewnienie zrównoważonego połączenia sił, zdolności reagowania i wzmocnionej obrony.

10. Siły zbrojne Sojuszu, ludność, infrastruktura wojskowa i cywilna muszą być chronione przed atakami terrorystycznymi. W ostatnich ponad dwóch latach walka z międzynarodowym terroryzmem stała się ogromnym wyzwaniem i dominującym zadaniem dla sojuszu, a szczególnie dla jego sił zbrojnych.

Istotne dla sił zbrojnych Sojuszników jest posiadanie wiarygodnej zdolności do realizowania pełnego spektrum zadań. Wymóg ten znajduje odzwierciedlenie w odpowiedniej strukturze sił zbrojnych, liczebności wojsk i poziomie wyposażenia, gotowości bojowej, dyspozycyjności, zdolności do zapewnienia ciągłości działań, w prowadzonych szkoleniach i ćwiczeniach dotyczących rożnych wariantów ich rozmieszczenia i użycia.

Sojusz dąży do tego, aby osiągnąć optymalną równowagę między siłami wysokiej gotowości a siłami niskiej gotowości, między siłami zdolnymi do przerzutu oraz siłami przeznaczonymi do użycia na miejscu w ramach zbiorowej obrony. Siły zdolne do przerzutu będą wykorzystywane w ramach operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) zarówno na terytorium Sojuszu, jak i poza nim.

Posiadanie sił o zróżnicowanych stopniach gotowości bojowej umożliwia elastyczne reagowanie na rosnące zagrożenia w sytuacjach kryzysowych i adekwatną odpowiedź w sytuacji zbrojnej napaści. Dzięki temu zachowana może być ciągłość działań oraz wzmocnienie sił w obszarze szczególnego zagrożenia.

Siły Sojuszu są zorganizowane w taki sposób, aby odzwierciedlać ich międzynarodowy charakter i gotowość do działań połączonych. Ze względu na zagrożenia wynikające z rozprzestrzeniania broni masowego rażenia i środków jej przenoszenia struktura sojuszu musi być ciągle doskonalona, między innymi poprzez prowadzenie prac nad obroną przeciwrakietową. Zakłada się, że siły NATO mogą być użyte poza granicami Sojuszu. Dlatego ich możliwości przeciwdziałania zagrożeniom związanym z rozprzestrzenianiem broni tego typu musi cechować elastyczność i mobilność oraz zdolność do szybkiego rozmieszczania sił i zapewnienia ciągłości działań. Możliwość odstraszania i obrony w warunkach zastosowania broni masowego rażenia muszą znaleźć swoje odzwierciedlenie w doktrynach oraz planowaniu szkolenia i prowadzeniu ćwiczeń. Celem tych działań jest dalsze obniżenie operacyjnej podatności sił zbrojnych NATO na uderzenia z jednoczesnym utrzymaniem ich elastyczności i skuteczności nawet w warunkach groźby użycia broni masowego rażenia.

Strategia Sojuszu nie przewiduje prowadzenia wojny chemicznej lub biologicznej. Sojusznicy popierają rozbrojenie w tym zakresie. Jednakże pomimo postępu w tym obszarze nadal niezbędne jest przygotowanie odpowiednich defensywnych środków bezpieczeństwa.

Istotne dla sił zbrojnych Sojuszników jest posiadanie wiarygodnej zdolności do realizowania pełnego spektrum zadań. Wymóg ten znajduje odzwierciedlenie w odpowiedniej strukturze sił zbrojnych, liczebności wojsk i poziomie wyposażenia, gotowości bojowej, dyspozycyjności, zdolności do zapewnienia ciągłości działań, w prowadzonych szkoleniach i ćwiczeniach dotyczących rożnych wariantów ich rozmieszczenia i użycia.

Sojusz dąży do tego, aby osiągnąć optymalną równowagę między siłami wysokiej gotowości a siłami niskiej gotowości, między siłami zdolnymi do przerzutu oraz siłami przeznaczonymi do użycia na miejscu w ramach zbiorowej obrony. Siły zdolne do przerzutu będą wykorzystywane w ramach operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) zarówno na terytorium Sojuszu, jak i poza nim.

Posiadanie sił o zróżnicowanych stopniach gotowości bojowej umożliwia elastyczne reagowanie na rosnące zagrożenia w sytuacjach kryzysowych i adekwatną odpowiedź w sytuacji zbrojnej napaści. Dzięki temu zachowana może być ciągłość działań oraz wzmocnienie sił w obszarze szczególnego zagrożenia.

Siły Sojuszu są zorganizowane w taki sposób, aby odzwierciedlać ich międzynarodowy charakter i gotowość do działań połączonych. Ze względu na zagrożenia wynikające z rozprzestrzeniania broni masowego rażenia i środków jej przenoszenia struktura sojuszu musi być ciągle doskonalona, między innymi poprzez prowadzenie prac nad obroną przeciwrakietową. Zakłada się, że siły NATO mogą być użyte poza granicami Sojuszu. Dlatego ich możliwości przeciwdziałania zagrożeniom związanym z rozprzestrzenianiem broni tego typu musi cechować elastyczność i mobilność oraz zdolność do szybkiego rozmieszczania sił i zapewnienia ciągłości działań. Możliwość odstraszania i obrony w warunkach zastosowania broni masowego rażenia muszą znaleźć swoje odzwierciedlenie w doktrynach oraz planowaniu szkolenia i prowadzeniu ćwiczeń. Celem tych działań jest dalsze obniżenie operacyjnej podatności sił zbrojnych NATO na uderzenia z jednoczesnym utrzymaniem ich elastyczności i skuteczności nawet w warunkach groźby użycia broni masowego rażenia.

Strategia Sojuszu nie przewiduje prowadzenia wojny chemicznej lub biologicznej. Sojusznicy popierają rozbrojenie w tym zakresie. Jednakże pomimo postępu w tym obszarze nadal niezbędne jest przygotowanie odpowiednich defensywnych środków bezpieczeństwa.

Pomimo redukcji poziomu sił zbrojnych i ich zasobów, zdolność do wspólnego działania pozostaje elementem realizacji żywotnych zadań Sojuszu. Dlatego kluczową rolę odgrywają uzgodnienia w sprawie zbiorowej obrony, w których zintegrowana struktura ma zasadnicze znaczenie. Różnorodne standardy w planowaniu obrony NATO wymagają skutecznej koordynacji na wszystkich poziomach. Współpraca w rozwoju nowych koncepcji operacyjnych w obliczu nowych zagrożeń jest bardzo istotna.

Osiągnięcie zdolności elastycznego reagowania w każdych warunkach wymaga stosownych możliwości logistycznych, w tym zdolności transportowych i wsparcia medycznego umożliwiających rozmieszczenie i ciągłość działania wszystkich rodzajów sił zbrojnych. Standaryzacja powoduje rozszerzenie możliwości współpracy i ograniczenie wydatków w zakresie wsparcia logistycznego oraz zapewnienie ciągłości działań poza obszarem Sojuszu, szczególnie w operacjach reagowania kryzysowego w sytuacji braku lub ograniczonego wsparcia ze strony państwa-gospodarza.

Zdolności Sojuszu do realizacji pełnego zakresu zadań w coraz większym stopniu opiera się na jednostkach wielonarodowych, stanowiących uzupełnienie zobowiązań poszczególnych państw Sojuszu. Siły te, przygotowane do wykonywania wszelkich misji są świadectwem determinacji NATO w utrzymywaniu wiarygodnej, wspólnej obrony oraz umacnianiu jedności i transatlantyckiego partnerstwa.

Siły wielonarodowe, a w szczególności jednostki, które posiadają zdolność szybkiego przemieszczenia i rozmieszczenia w ramach wspólnej obrony sojuszu lub prowadzenia operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) na terytorium Sojuszu i poza nim. Siły te często są skuteczniejsze niż formacje tworzone wyłącznie na bazie narodowej, umożliwiając bardziej efektywne wykorzystanie zasobów obronnych. Tworzenie zintegrowanych wielonarodowych sił jest podstawą koncepcji wielonarodowych połączonych sił zadaniowych (CJTF). Najbardziej wartościowym komponentem wielonarodowych operacji reagowania kryzysowego będą wyszkolone, interoperacyjne formacje międzynarodowe Sojuszu. W celu pełnego wykorzystania potencjału sił wielonarodowych najwyższej wagi nabiera poprawa zdolności do wspólnego działania, czyli interoperacyjności, między innymi poprzez odpowiednie szkolenie i ćwiczenia.

Wobec radykalnych zmian sytuacji w zakresie bezpieczeństwa, obejmujących zmniejszenie poziomu konwencjonalnych sił w Europie, znacząco wzrosła zdolność

NATO do rozwiązywania kryzysów środkami politycznymi, a w razie konieczności prowadzenia obrony środkami konwencjonalnymi.

Przedstawione założenia zostały potwierdzone przez Prezydentów i Szefów rządów uczestniczących w spotkaniu Rady Północnoatlantyckiej w Pradze 21 listopada 2002 r. Wypracowano też i przyjęto nowe założenia. Zdecydowano o utworzeniu Sił Odpowiedzi NATO (NATO Response Force – NRF) składających się z zaawansowanych technologicznie, elastycznych, mobilnych, interoperacyjnych jednostek sił lądowych, powietrznych i morskich, gotowych do szybkiego przemieszczenia się tam, gdzie są potrzebne. Siły te powinny znacząco poprawić zdolności Sojuszu do szybkiego reagowania.

Zdecydowano również o znaczącej redukcji dowództw i pozostawieniu jednego dowództwa strategicznego jednego funkcjonalnego, wspieranych przez dwa dowództwa regionalne sił połączonych, które powinny być zdolne do zorganizowania dowództwa wielonarodowych sił zadaniowych bazowania lądowego lub morskiego (na okręcie).

Z przedstawionych rezultatów badań dotyczących strategiczno-operacyjnych uwarunkowań użycia sił zbrojnych NATO wynikają następujące wnioski:

1. Sytuacja polityczno-militarna w Europie jest stabilna. Prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu militarnego jest bardzo małe.

2. Głównymi źródłami zagrożeń są obecnie i będą w przyszłości: międzynarodowy terroryzm, konflikty religijne i etniczne, rozprzestrzenianie broni masowego rażenia, nieprzewidywalna polityka państw autorytarnych oraz zjawisko „państw w stanie rozkładu", które zwiększa zagrożenie terroryzmem i rozprzestrzenianiem broni masowego rażenia. To powoduje, że prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego poza terytorium Sojuszu jest większe.

3. W celu elastycznego reagowania na zagrożenia spoza art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego wypracowano koncepcję tworzenia wielonarodowych połączonych sił zadaniowych, które mogą być użyte poza terytorium Sojuszu lub w obronie państw NATO, w razie izolacji obszaru operacji. Siły te nie są strukturą stałą, lecz tworzoną doraźnie, w zależności od potrzeb. Składać się będą z jednostek o wysokich możliwościach i zdolnych do przemieszczenia na duże odległości.

4. Do dowodzenia tymi siłami tworzone są dowództwa wielonarodowych połączonych sił zadaniowych, na bazie dowództw regionalnych połączonych sił zbrojnych NATO w Europie. Dowództwo to ma mieć strukturę modułową, złożoną z dowództw komponentów rodzajów sił zbrojnych.

1.5. Wnioski – implikacje dla rozwoju sił powietrznych do 2025 roku

Zaprezentowane w rozdziale analizy i oceny pozwalają na sformułowanie wniosków dotyczących rozwoju sił powietrznych w perspektywie najbliższych dwudziestu lat. Należy podkreślić, że na wymagania wobec sił zbrojnych, a w tym sił powietrznych, wpływać będą zarówno zagrożenia cywilizacyjne, których istotą jest powstawanie nowych źródeł napięć społecznych spowodowanych z jednej strony pogłębianiem się różnic między bogatymi a biednymi oraz często niezrozumieniem otaczającej rzeczywistości, co rodzi frustrację i niezadowolenie. Przez to powstają napięcia społeczne, które mają bezpośrednie przełożenie na sytuację polityczną w świecie. Największym zagrożeniem dla państw i społeczeństw pozostanie terroryzm. Terroryści będą dążyli do realizacji swoich celów różnymi sposobami, w tym poprzez oddziaływanie z powietrza. Dlatego w odniesieniu do sił powietrznych stałym wymaganiem będzie posiadanie już w czasie pokoju sił i środków obrony powietrznej, znajdujących się w wysokich stopniach gotowości bojowej do ochrony przestrzeni powietrznej kraju i Sojuszu oraz przeciwdziałania również zagrożeniom terrorystycznym z powietrza.

Aby można było skutecznie przeciwdziałać tym zagrożeniom należy dążyć do zapewnienia wykrywania i śledzenia takich zagrożeń natychmiast po ich powstaniu oraz zmniejszenia czasu reakcji obsad stanowisk dowodzenia oraz dyżurujących samolotów. W dalszej perspektywie czasowej rolę samolotów dyżurnych przejąć powinny bezzałogowe statki powietrzne, co wyeliminuje stratę czasu na zajmowanie miejsca w kabinie przez załogi i pozwoli na start natychmiast po powstaniu zagrożenia i powzięciu decyzji o przeciwdziałaniu.

Jednakże konieczność przeciwdziałania zagrożeniom militarnym, które powstawać będą głównie poza terytorium Sojuszu wskazuje, że niezbędne jest, aby siły powietrzne w perspektywie najbliższych dwudziestu lat:

- uczestniczyły w znaczący sposób w tworzeniu przewagi informacyjnej w działaniach militarnych;

- tworzyły globalną siłę zdolną do szybkiego reagowania w dowolnym punkcie kuli ziemskiej;
- były elastyczne w użyciu;
- zapewniały obronę przeciwrakietową i przeciwkosmiczną;
- były wysoce mobilne i manewrowe;
- posiadały modułową organizację (modułowe jednostki);
- wykonywały precyzyjne i zdecydowane uderzenia na wyselekcjonowane obiekty w powietrzu, na ziemi i na wodzie (pod wodą);
- były wszechstronnie zabezpieczone przez naziemne i powietrzne środki wsparcia działań powietrznych.

Jak to zostało podkreślone znaczącą wartością (czasem decydującą) w przyszłych działaniach militarnych stanowiła będzie informacja. Siły powietrzne uczestniczyć powinny w znaczący sposób w tworzeniu przewagi informacyjnej poprzez wykorzystanie swoich środków naziemnych i powietrznych. W dalszym ciągu, w perspektywie dwudziestu lat, wykorzystywane będą systemy rozpoznania radiotechnicznego (radary) i elektronicznego dyslokowane na ziemi. Jednakże w warunkach działania poza terytorium Sojuszu, w odległych punktach naszego globu, najwygodniejszym i uniwersalnym środkiem monitorowania przestrzeni powietrznej w rejonach zagrożeni będą powietrzne systemy wykrywania i naprowadzania oraz elementy powietrzne systemów rozpoznawczo-uderzeniowych. Podstawowym wymaganiem wobec nich będzie zwiększanie zasięgu wykrywania, zwiększanie odporności na zakłócenia oraz zwiększanie czasu dyżurowania w powietrzu.

W tworzeniu przewagi informacyjnej powinny uczestniczyć też wszystkie samoloty i środki sił powietrznych, lecz przede wszystkim wyspecjalizowane samoloty rozpoznawcze – załogowe i bezzałogowe. W perspektywie dwudziestu lat większość zadań rozpoznawczych powinny przejąć środki bezzałogowe o wysokich możliwościach w zakresie prowadzenia wszystkich rodzajów rozpoznania powietrznego.

Siły powietrzne powinny być globalną siłą zdolną do szybkiego działania w dowolnym punkcie kuli ziemskiej, niezależnie od ukształtowania terenu, przeszkód terenowych pory doby czy warunków atmosferycznych. Lotnictwo sił powietrznych musi być zdolne do tankowania w powietrzu, co zwiększa jego zasięg i umożliwia

wykonanie zadań w odległych rejonach. Pomimo wydłużenia czasu od startu do wykonania zadania, następuje uniezależnienie od naziemnej infrastruktury (bazy lotnicze) w rejonie działań. Dzięki temu możliwe będzie nie tylko dotarcie do odległych miejsc, ale często uniezależnienie od uwarunkowań politycznych, np. uniknięcie komplikacji związanych z odmową zgody na przelot.

Ze względu na znaczne prędkości samolotów siły powietrzne powinny być w stanie do szybkiego (w krótkim czasie) zastosowania dysponowanej siły (dysponowanego potencjału), umożliwiając osiągnięcie zaskoczenia oraz zmniejszając prawdopodobieństwo zniszczenia samolotów w powietrzu.

Siły powietrzne powinny być zdolne do elastycznego wykorzystania w zależności od konkretnych potrzeb i konkretnych warunków działań. Powinny osiągać to wymaganie poprzez wyposażenie w sprzęt umożliwiający wykonanie różnorodnych zadań – od zadań stricte niszczycielskich poprzez rozpoznanie do zadań związanych z pomocą humanitarną. Wymaganiem dla sił powietrznych będzie posiadanie środków (platform) do wykonania szerokiej gamy zadań. W odniesieniu do lotnictwa będzie to wyposażenie sił powietrznych w wielozadaniowe samoloty bojowe, w dalszej przyszłości bezzałogowe, a w odniesieniu do środków przeciwlotniczych - aby zapewniały obronne zarówno przeciwko środkom powietrznym – samolotom, śmigłowcom i bezzałogowym statkom powietrznym jak i przeciwko rakietom balistycznym. To ostatnie wymaganie jest szczególnie ważne w odniesieniu do zagrożeń tworzonych przez państwa niedemokratyczne, prowadzące badania nad bronią masowego rażenia i rakietowymi środkami jej przenoszenia.

Konieczność działania w odległych regionach oraz sprawnego przemieszczania sił w krótkim czasie powoduje, że siły powietrzne powinny spełniać wymagania modułowości i mobilności.

Wymóg modułowości sił powietrznych wynika bezpośrednio z rozszerzonego zakresu ich wykorzystania w kontekście operacji reagowania kryzysowego, w tym również sił odpowiedzi NATO (NATO Response Force – NRF) oraz realizowanego w ramach sojuszu wzmacniania sił sojuszniczych prowadzących operacje wojskowe przez siły, środki i personel wojskowy pozostających w podporządkowaniu pozostałych dowództw regionalnych sojuszu. Podstawowym założeniem koncepcji modułowości jest zdolność tworzenia w zależności od celów, rozmachu i charakteru operacji, adekwatnych do konkretnych potrzeb sił wydzielonych w czasie pokoju przez po-

szczególne państwa. Moduły mają być adekwatne w swojej wielkości oraz posiadanych zdolności operacyjnych w stosunku do potrzeb konkretnych operacji wojskowych sojuszu. Za niezbędne uważa się konieczność wydzielenia sił i środków systemu dowodzenia zapewniających integrację całości sił i środków powietrznych wszystkich rodzajów sił zbrojnych zaangażowanych w operację w jeden w pełni zintegrowany system.

Wymagania modułowości powinny opierać się na następujących ogólnych zasadach.

- wykorzystywane powinny być moduły sił i środków ze składu sił powietrznych o względnie stałych możliwościach operacyjnych;
- ilość i rodzaj wykorzystywanych modułów sił i środków powinny być adekwatne do potrzeb konkretnej operacji wojskowej;
- koncepcje użycia sił i środków powinny być zróżnicowane w zależności od potrzeb konkretnej operacji wojskowej;
- utrzymywana powinna być terminowość dostępności wydzielonych modułów sił i środków obrony powietrznej w zależności od potrzeb;
- moduły sił i środków powinny posiadać posiadały zdolność do prowadzenia działań w ramach sojuszniczych sił połączonych.

Analiza potrzeb użycia sił powietrznych w przyszłości pozwala na sprecyzowania specyficznych wymagań w zakresie modułowości. Wymagania te obejmują:

- zasadę tworzenia modułów sił i środków w oparciu o ustalone i ujednolicone w skali sojuszu zdolności operacyjne oraz parametry taktyczno-techniczne;
- elastyczność i otwartość zdolności operacyjnych poszczególnych modułów sił i środków zapewniające zdolność ich szybkiej adaptacji do potrzeb konkretnej operacji wojskowej sojuszu oraz zmian w sytuacji operacyjno-taktycznej;
- jednolitość taktyki i procedur operacyjnych sił wydzielanych do modułów sił i środków oraz interoperacyjność ich systemów uzbrojenia, rozpoznania, łączności i automatyzacji dowodzenia jako podstawy stosowania koncepcji

modularności systemu rozszerzonej skoordynowanej obrony powietrznej sił połączonych sojuszu;

- zdolność współdziałania i współpracy z siłami powietrznymi państw partnerskich nie będących członkami NATO.

Wymogi mobilność i zdolności do transportu sił i środków ze składu sił powietrznych podyktowane są potrzebami prowadzenia operacji poza tradycyjnymi obszarami odpowiedzialności Sojuszu Północnoatlantyckiego. Powinno się ją osiągać poprzez zdolność do wykorzystania transportu powietrznego dla przemieszczenia jednostek sił powietrznych do rejonu operacyjnego oraz zdolność części sił do samodzielnego przebazowania się na duże odległości. Dzięki temu zapewnione będzie szybkie ześrodkowanie wysiłku sił powietrznych w niezbędnym miejscu i czasie. Stawia to wysokie wymagania wobec środków transportu powietrznego, które powinny być zdolne do przewozów zunifikowanych ładunków nie tylko w ramach teatru działań (jednego kontynentu), ale przede wszystkim między kontynentami.

Podstawowym wymaganiem wobec sił powietrznych przyszłości powinna być duża precyzja uderzeń, zapewniana przez możliwość dokładnej nawigacji oraz użycie precyzyjnych środków rażenia, zarówno przez samoloty, jak i środki przeciwlotnicze. Dzięki temu powinna być zapewniona duża skuteczność działań przy minimalnych stratach własnych.

Wysoka efektywność działań sił powietrznych będzie zapewnione poprzez ich wszechstronne zabezpieczenie siłami wsparcia działań powietrznych. Do działań tych, oprócz wymienionego już tankowania w powietrzu, wczesnego wykrywania i naprowadzania oraz transportu powietrznego należeć będzie walka elektroniczna, prowadzona przez naziemne i powietrzne siły i środki, bojowe poszukiwanie i ratownictwo oraz działania specjalne.

Rozdział 2

NOWE TECHNOLOGIE I ICH WPŁYW NA ROZWÓJ SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

Nowe tysiąclecie obfituje w znaczące przemiany środowiska zastosowań bojowych sił powietrznych. Odnotowywane są nowe uwarunkowania rozwoju lotnictwa wojskowego. Środowisko walki modelują nadal klasyczne zagrożenia, takie jak zagrożenie naruszenia integralności terytorialnej państwa ze strony pojedynczego państwa lub grupy państw. Pojawiły się jednak zagrożenia nowego typu. Wymienić tutaj należy zagrożenie (zakłócenie) pokojowego rozwoju państwa (bez groźby utraty terytorium) ze strony państw (niedemokratycznych, posiadających BMR) lub organizacji terrorystycznej. Niosą one ze sobą takie zjawiska jak: zagrożenie bezpieczeństwa powietrznego państwa, zakłócenie bezpieczeństwa ruchu lotniczego, zamierzone naruszenie przestrzeni powietrznej (bezprawne wtargnięcie), lub wręcz terroryzm powietrzny. Niezaprzeczalnie lotnictwo powinno być przygotowane do reagowania w obydwu rodzajach zagrożeń. Wynikają stąd konkretne potrzeby rozwoju określonych systemów lotnictwa i innych wojsk sił powietrznych.

Druga grupę uwarunkowań modyfikujących wymagania i rzutujących na rozwój technologiczny sił powietrznych są warunkowania doktrynalne i strategiczne. Do odnotowania jest w tym zakresie nowa koncepcja strategiczna NATO zakładająca elastyczne reagowanie, wysunięte rubieże i wysuniętą obecność sił Sojuszu. Niesie ona nowe wymagania dla sił powietrznych, takie jak globalna mobilność, globalna obecność (zdolność użycia siły), zdolność do działania poza obszarem NATO i Europy, wreszcie precyzja rażenia. Wymienione nowe założenia operacyjne bazują na dużych, zwiększonych możliwościach lotnictwa, co stwarza podwyższone wymagania wobec tego rodzaju wojsk. Podobne wymagania rysują się wobec wojsk rakietowych i radiotechnicznych sił powietrznych.

Wymienione czynniki doktrynalno-strategiczne stymulują nakłady finansowe na lotnictwo, na rozwój i wdrażanie nowych technologii umożliwiających efektywne reagowanie sił powietrznych na nowe wyzwania współczesnego środowiska walki. Powstają nowe samoloty, śmigłowce, bezzałogowe statki powietrzne i miniaturowe aparaty łatające, nowe udoskonalone rakietowe pociski samosterujące i kierowane

lotnicze środki bojowe. Tworzy się zcentralizowaną sieć pozyskiwania i dystrybucji informacji rozpoznawczej oraz dowodzenia wojskami, a w tym sieciocentrycznym środowisku walki na czoło wysuwają się nowoczesne systemy rozpoznawczo-uderzeniowe[37].

Współczesne i przyszłe środowisko walki jest określeniem bardzo elastycznym i trudno definiowalnym. Właściwie każde jego użycie powinno poprzedzać doprecyzowanie, co używający go autor pod tym pojęciem rozumie. W tej pracy pojęcie *współczesne i przyszłe środowisko walki* oznacza:

- dynamicznie zmieniającą się sytuację operacyjno-taktyczną;
- intensywnie i na dużych przestrzeniach prowadzone operacje (działania) powietrzno-lądowo-morskie;
- szerokie zastosowanie broni precyzyjnej przeciwko takim obiektom, jak system kierowania państwem i dowodzenia siłami zbrojnymi, obrona powietrzna, zgrupowania operacyjne i taktyczne przeciwnika;
- ograniczone stosowanie broni o działaniu powierzchniowym przeciwko obiektom położonym wśród lub w pobliżu obiektów cywilnych;
- nielinearne działania taktyczne – brak lub ograniczone stosowanie podstawowych linii koordynacyjnych, takich jak linia styczności bojowej, linia koordynacji wsparcia ogniowego, tylna granica obszaru przedniego itp.;
- dużą samodzielność dowódców taktycznych w podejmowaniu decyzji o działaniach w czasie rzeczywistym;
- ograniczenie do minimum ryzyka poniesienia strat własnych – szczególnie osobowych – oraz zadania strat niepożądanych, czyli porażenia ludności cywilnej;
- dominujący charakter informacji w działaniach na wszystkich poziomach konfliktu (od politycznego do pojedynczego żołnierza) i we wszystkich jego fazach.

Powyższy zbiór cech *współczesnego środowiska walki* jest jednocześnie swoistym zbiorem założeń i ograniczeń, do których należy odnieść badania problemów wpływu nowych technologii na kierunki rozwoju lotnictwa i pozostałych rodzajów wojsk sił powietrznych.

---

[37] *JP 3-17 Joint Doctrine and Joint Tactics, Techniques and Procedures for Air Moblity Operations*. Joint Staff 2002.

2.1. Wpływ nowych technologii na rozwój lotnictwa sił powietrznych

2.1.1. Technologia *stealth*

W fachowym piśmiennictwie lotniczym określenie *stealth* oznacza nazwę szeregu już opracowanych oraz nadal opracowywanych i doskonalonych metod umożliwiających skuteczne zmniejszenie wykrywalności wojskowych obiektów latających przez przeciwnika[38]. Tak więc, technologia *stealth* generalnie, a taktyka prowadzenia działań bojowych przez samoloty wykonane z uwzględnieniem tej technologii w szczególności, to niezmiernie interesujące problemy. Jak na razie mamy do czynienia z dużą ilością spekulacji co do sposobów użycia w walce samolotów *stealth*, przeznaczonych do wykonania uderzeń na ważne obiekty naziemne. Znacznie mniej jak dotąd, zostało natomiast napisane o możliwej rewolucji, w teorii i praktyce prowadzenia działań bojowych przez lotnictwo, a związanej z szerszym wejściem tych samolotów do służby w powietrzu.

Do końca 2004 r. Gotowość do działań osiągnąć ma pierwsza eskadra amerykańskich sił powietrznych USAF wyposażona w „niewidzialne" samoloty myśliwskie F-22. W konstrukcjach wielu innych samolotów również zastosowano już technologię *stealth* np. F-35 JSF, Rafale, EFA-2000. Wiele przesłanek jednoznacznie wskazuje, że już w najbliższych latach ruszy proces upowszechniania samolotów *stealth* w siłach powietrznych wielu państw.

Technologia *stealth* została uznana za najbardziej rewolucyjną technikę w lotnictwie wojskowym od czasu silnika odrzutowego i skośnego skrzydła. W państwach zachodnich dość powszechnie uważa się, że dzięki zastosowaniu tej technologii uzyska się nową jakość środków lotniczych. Prace prowadzone w ramach programu *stealth* trzymane są w najściślejszej tajemnicy, w rejonach zastrzeżonych i przy minimalnej liczbie ludzi zaangażowanych w prace badawcze.

Technologia *stealth* to nie jedna, pojedyncza technologia, lecz zbiór kilku technologii, z których żadna nie jest sama w sobie technologią nową, ale ich kombinacja daje założone efekty. Ogólnie mówiąc – zadaniem technologii *stealth* jest zmniejszenie prawdopodobieństwa wykrycia środków napadu powietrznego (ŚNP)

---

[38] *Stealth znaczy tyle, co tajemnica, sekret, tajemnicza metoda postępowania lub sekretne postępowanie. Błaszczyk J., Zalewski P., Współczesne samoloty myśliwskie, Przegląd WLOP 11/1996.*

przez nieprzyjaciela. Wiadomo, że wykrycie ŚNP może nastąpić przez wizualną obserwację, za pomocą stacji radiolokacyjnych i urządzeń akustycznych, elektroniczno – optycznych, wykorzystujących promieniowanie obiektu w zakresie podczerwieni oraz urządzeń rozpoznania radioelektronicznego. W związku z tym ŚNP utrudnionej wykrywalności muszą mieć odpowiednie charakterystyki rzutujące na zmniejszenie możliwości ich wykrycia za pomocą wyżej wymienionych urządzeń. Zakłada się, że jeśli nawet środek napadu powietrznego zbudowany z wykorzystaniem technologii *stealth* zostanie wykryty, to nastąpi to zbyt późno, aby nieprzyjaciel mógł na niego oddziaływać aktywnymi środkami obrony powietrznej.

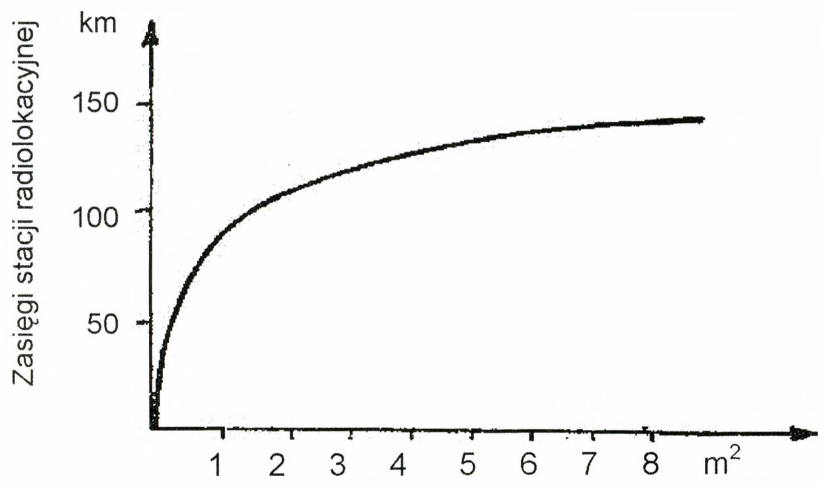
Dotychczas najwięcej uwagi poświęca się poszukiwaniu metod zmniejszenia wykrywalności ŚNP przy użyciu stacji radiolokacyjnych. W tym przypadku decydującym parametrem jest skuteczna powierzchnia odbicia fal elektromagnetycznych. Zależy ona od kształtu ŚNP, materiału, z jakiego jest on wykonany, częstotliwość pracy stacji radiolokacyjnej oraz przestrzennego usytuowania ŚNP przeciwnika względem RLS. Zasięg typowej stacji radiolokacyjnej jest proporcjonalny do czwartego pierwiastka ze skutecznej powierzchni odbicia wykrywanego obiektu[39].

Technologia *stealth* zakłada trzy sposoby zmniejszenia skutecznej powierzchni odbicia, a mianowicie: dobór odpowiedniego kształtu płatowca, użycie w budowie płatowca materiałów pochłaniających energię fal elektromagnetycznych i wyeliminowanie wszelkiego rodzaju podwieszeń zewnętrznych.

Najlepiej znaną obecnie metodą redukcji skutecznej powierzchni odbicia fal elektromagnetycznych jest zastosowanie w konstrukcji samolotu materiałów niemetalicznych. Zasada pracy stacji radiolokacyjnej opiera się na fakcie indukowania w płatowcu, pod wpływem padającego na niego sygnału stacji radiolokacyjnej, sygnałów elektrycznych, które z kolei są źródłem energii (tak zwanego echa radiolokacyjnego). W wypadku użycia materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego zaindukują się w nim bardzo małe prądy, co spowoduje, że wytworzone echo radarowe będzie również bardzo małe.

---

[39] Zmniejszenie skutecznej powierzchni odbicia o np. 30%, zmniejsza zasięg wykrywania RLS tylko o 16%, a przy zmniejszeniu skutecznej powierzchni odbicia o 75%, zasięg wykrywania obniża się o 29%. Wynika stąd wniosek, że istotne zmniejszenie zasięgu wymaga radykalnego obniżenia wartości skutecznej powierzchni odbicia. Wartość tego parametru zależy bardziej od kształtu obiektu, czy zastosowanych materiałów konstrukcyjnych niż od jego wymiarów. Wartość skutecznej powierzchni odbicia zależy również w dużej mierze od częstotliwości pracy stacji radiolokacyjnej.



Rys. 2.1. Skuteczna powierzchnia odbicia wykrywanego celu

Do najlepiej znanych dziś materiałów pochłaniających energię fal elektromagnetycznych należą kompozyty z włókien grafitowych. Jednak materiały konstrukcyjne charakteryzujące się zdolnością pochłaniania energii nie są pod tym względem stuprocentowo skuteczne. Poszukuje się więc specjalnych konstrukcyjnych form rozwiązań, zwiększających tę skuteczność.

Osobną grupę materiałów pochłaniających stanowią tzw. absorbenty rezonansowe, tworzące warstwy interferencyjne. W tym przypadku część fal odbija się od zewnętrznej powierzchni, a część od warstwy znajdującej się pod spodem. Powstająca niezgodność faz odbitych w ten sposób fal powoduje ich tłumienie. Naturalnie całkowite wytłumienie następuje tylko przy uzyskaniu identycznych amplitud obu odbitych fal i dokładnie przeciwnych faz. Aby jednak uzyskać tłumienie w dostatecznie szerokim paśmie częstotliwości, trzeba ponownie zastosować odpowiednią wielowarstwową strukturę takiego pokrycia.

Bada się także wielowarstwowe pokrycie z materiałów rozpraszających energię fal elektromagnetycznych, wykonane z tworzyw sztucznych i niejednorodnej strukturze. Struktura pojedynczej warstwy zależy od częstotliwości fali, której energia ma zostać rozproszona. Zaletą materiału w tym przypadku jest niezależność efektywności rozpraszania od kąta padania fali na powierzchnię zewnętrzną. Ocenia się, że zastosowanie materiałów pochłaniających na pokrycie płaskich powierzchni i kra-

wędzi obiektu latającego powinno zmniejszyć energię odbitej fali elektromagnetycznej o 20 dB.

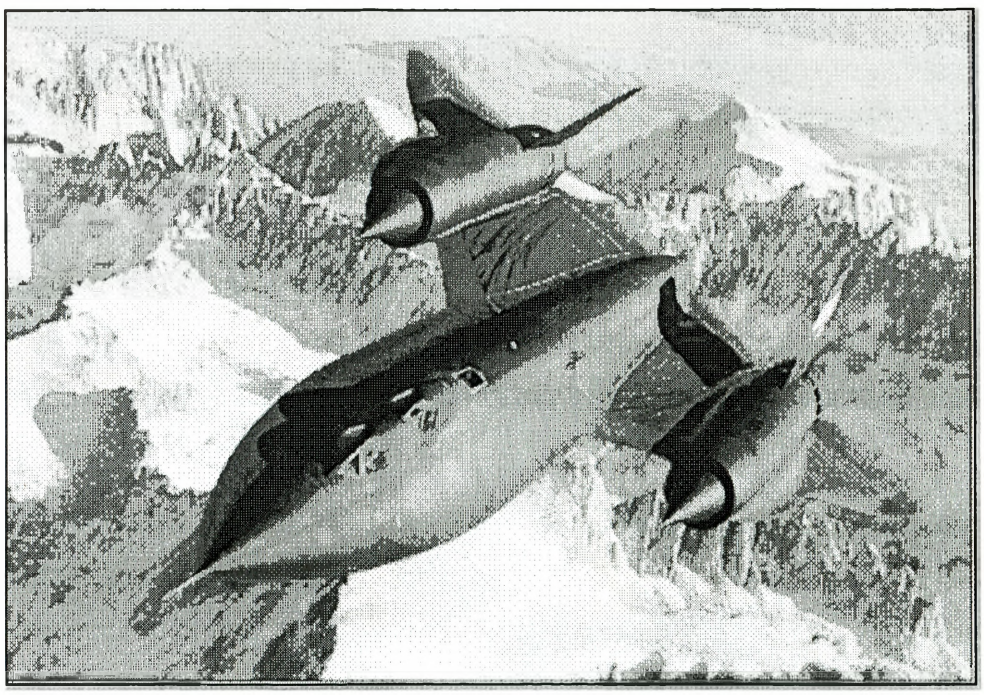
W toku prac badawczych wykryto lub opracowano kilka różnych typów materiałów, mających własności rozpraszania fal radiowych radiolokacyjnych. W lotnictwie znalazły zastosowanie takie jak:

Powłoki LA NO *(La Nought)* – składa się z płyt poliuretanowych, pokrytych emulsją z dodatkami węgla. Efektywność takich powłok jest wysoka, ale zakres rozpraszanych częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego zależy od ich grubości np. dla grubości płyt 6 mm zakres częstotliwości rozpraszania wynosi 20 do 100 GHz, dla grubości 12 mm - 4 do 50 GHz, a dla dwóch cali (50,8 mm) - 1 do 1,5 GHz. Ważne jest to, że płyty LA O można dowolnie formować, dostosowując do dowolnego kształtu. Materiał ten znalazł zastosowanie w powłokach pocisków rakietowych różnych typów, co uodparnia je na wykrycie i śledzenie przez radiolokatory kierowania ogniem pracujące na wysokich częstotliwościach. W mniejszym stopniu powłoki LA O znajdują zastosowanie w konstrukcjach lotniczych.

ADRAM – *Advanced Dielectric Radar Absorbent Material* – jest to materiał także bazujący na płytach poliuretanowych, ale z wtopionymi weń elementami rozpraszającymi bazującymi na utajnionych składnikach. Tego rodzaju powłoki w przeróżnych odmianach znajdują najszersze zastosowanie w konstrukcjach lotniczych. Cechą charakterystyczną tych materiałów jest to, że rozproszenie promieniowania następuje w szerokim zakresie kątów padania promieniowania elektromagnetycznego (± 60°), w porównaniu do innych materiałów, w których ten kąt wynosi tylko ok. ± 25°. Teoretycznie od płaskich powierzchni do odbiornika radiolokatora dociera tylko promień odbity, gdy powierzchnia ta jest ustawiona dokładnie prostopadle do kierunku emisji fal, ale w praktyce, przy zróżnicowanym kształcie powierzchni samolotu, gdy następuje wielokrotne odbicie fal od nich, odbiór może nastąpić po odbiciu fal od dwóch kolejnych powierzchni, które łącznie skierują promień odbity w dokładnie odwrotnym kierunku (do radiolokatora), nawet, jeśli same nie są ustawione dokładnie prostopadle do radiolokatora. Dlatego szerszy zakres kątów rozpraszania przydaje się właśnie w konstrukcjach lotniczych. Ważną cechą całej gamy ADRAM jest to, że można układać na sobie różne jego warstwy każda zoptymalizowana dla innego zakresu fal. Tego właśnie typu powłoki zastosowano zarówno na samolocie F-117A, jak i na B-2, przy dodatkowym pokryciu ich odpowiednią farbą. Początkowo na F-117A

stosowano siedem różnych rodzajów powłok, każda dla innej kombinacji zakresu fal rozpraszania i do określonych zadań, znając rodzaj środków OP (zarówno wykrywania jak i ogniowych), wybierano konkretne egzemplarze samolotów. W końcu lat 90. udało się opracować nowy rodzaj powłoki ADRAM (nazywany przypuszczalnie *Improved* ADRAM lub Enhanced ADRAM), o uniwersalnym zastosowaniu do różnego rodzaju zakresu fal radiolokacyjnych[40].

Poza powłokami rozpraszającymi, kolejnym, elementem zmniejszającym powierzchnię odbicia radiolokacyjnego, jest odpowiedni dobór kształtu samolotu. Pierwszym, tego rodzaju kształtem, była bryła samolotu Lockheed A-12/SR-71.



Rys. 2.2. Lockheed SR-71

W samolocie tym zminimalizowano powierzchnie boczne i czołowe, natomiast stateczniki pionowe nachylono pod pewnym do wewnątrz, by trafiające nań promieniowanie radioelektroniczne było kierowane do góry, tam gdzie nie mogło być one

[40] Począwszy od 2000 r. samoloty F-117A są pokrywane właśnie powłoką nowego typu, przypuszczalnie otrzymały ją też samoloty B-2A Block 30.

Podstawowe założenia konstrukcyjne to obniżenie wykrywalności samolotu przez stacje radiolokacyjne przeciwnika, przy czym skoncentrowano się na zakresie fal centy- i decymetrowych, czyli stacji kierowania ogniem i naprowadzania samolotów myśliwskich. Stacje metrowe wykrywają F-117A (choć ich zasięg też jest zmniejszony), ale nie są one w stanie kierować ogniem zestawów przeciwlotniczych, ani nawet precyzyjnie naprowadzić samolotów myśliwskich.

odebrane przez radiolokatory znajdujące się na ziemi. SR-71 latał tak wysoko, że nie było możliwe, aby inny samolot mógł go opromieniować radarem z górnej półsfery.

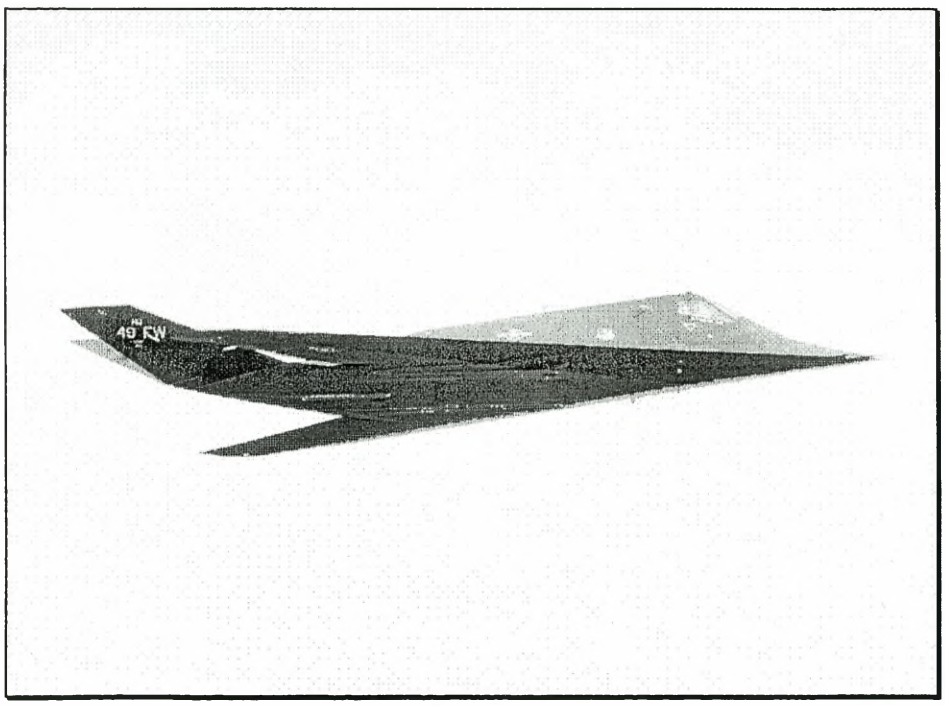
W samolocie F-117A, który mógł być przechwycony przez myśliwiec działający na większej wysokości, zastosowano inną metodę. Stateczniki zostały w nich rozchylone pod znacznym kątem na zewnątrz, co powoduje odbicie fal w dół, w kierunku ziemi, ale w niewielkiej odległości od trudno wykrywalnego samolotu. Z powodu tej właśnie cechy F-117A może być wykryty przez staje radiolokacyjne położone w bardzo małej odległości od przelatującego samolotu, i tylko przy odpowiednich kątach kursowych. Zwykle jednak czas, w jakim samolot jest obserwowany przez stację radiolokacyjną, nie wystarcza na ostrzelanie maszyny przez rakietowe zestawy przeciwlotnicze.

Przy opracowywaniu kształtów samolotów o utrudnionej wykrywalności szczególny nacisk położono na zmniejszenie powierzchni odbicia z przodu i z boku tych samolotów, a także z tylnej ich półsfery. Siłą rzeczy, dobierając kształt, należało wybrać jakieś kierunki odbici fal radiolokacyjnych, należało więc wybrać kierunki maksymalnego zmniejszenia powierzchni odbicia radiolokacyjnego. Wybór wspomnianych kierunków nie był przypadkowy. Lecący samolot jest bowiem wykrywany zawsze z boku, z przodu lub z tyłu, a nie od dołu czy z góry (w sensie stożka o kącie 45-60° od pionowej osi samolotu).

Wspomniany kompromis (konieczny z technicznego punktu widzenia) powoduje jednak, że w zakręcie samolot trudno wykrywalny eksponuje powierzchnie o większej powierzchni odbicia. Dlatego trasy lotu tych samolotów dobiera się bardzo starannie, w stosunku do znanych posterunków radiolokacyjnych i pozycji środków przeciwlotniczych, tak by nie kierować tych powierzchni w niewłaściwą stronę. Opracowano nawet specjalne programy komputerowe do planowania misji samolotów trudno wykrywalnych tak by trasy ich lotu odpowiednio zoptymalizować. Ponadto piloci tych maszyn są też szkoleni tak, by obserwując pokładowe urządzenie ostrzegające przed opromieniowaniem uwzględniać słabe strony swoich samolotów.

Poza wykrywalnością radiolokacyjną dąży się do obniżenia poziomu promieniowania podczerwonego samolotu (poprzez odpowiednią konstrukcję zespołu na-

pędowego, a szczególnie kanału wylotowego), oraz poziomu hałasu[41]. Warunkiem utrudnienia wykrywalności jest niemal zupełnie wyeliminowano promieniowanie elektromagnetyczne. Wszystkie urządzenia są ekranowane, na zakresie bojowym nie pracują jakiekolwiek urządzenia wysyłające sygnały na zewnątrz. Samoloty *stealth* albo nie mają radaru w ogóle, albo stosuje się w nich tzw. radary *szepczące*. Niedobór środków radiolokacyjnych kompensuje się systemami elektrooptycznymi np. na samolocie F-117A jest to system FLIR/DLIR.



Rys. 2.3. F-117 Night Hawk

Ograniczenia powodowane technologią *stealth* powodują, że współczesne samoloty tego typy są środkami walki o wysokiej specjalizacji w zastosowaniu. Przykład F-117A pokazuje, że uderzenie konwencjonalne na wybrany, silnie broniony obiekt punktowy jest praktycznie podstawowym i jedynym, jakie samolot może wykonywać[42]. Przyszłe rozwiązania będą pozbawione tego mankamentu. Generalnie sa-

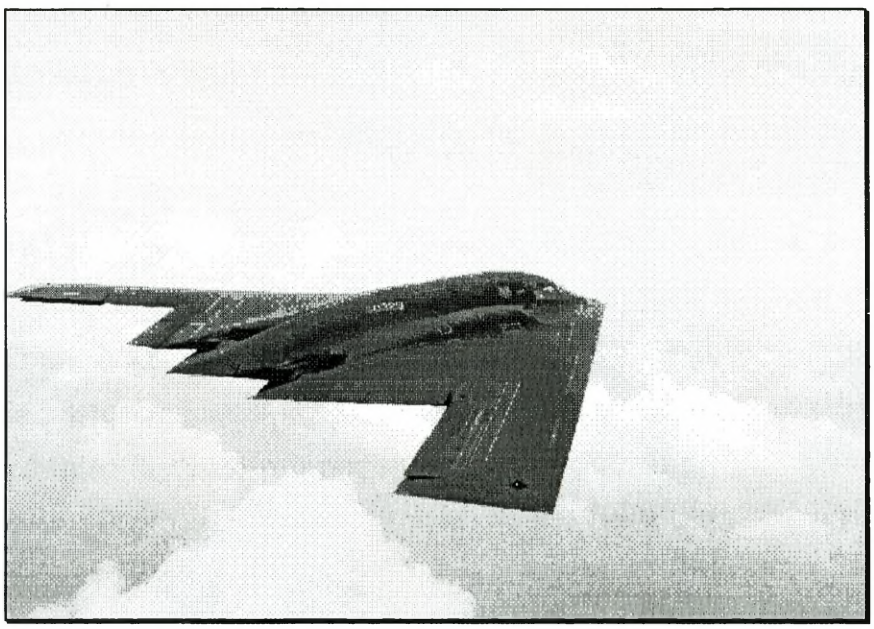
---

[41] Na przykładzie F-117A widać niezbicie, że jest on stosunkowo cichym samolotem. Gruszczyński J., Rybak E.F.: *Tendencje rozwojowe współczesnych taktycznych samolotów wielozadaniowych w Stanach Zjednoczonych i Europie Zachodniej,* Nowa Technika Wojskowa 3/2001.

[42] W działaniach samolot wykonuje dolot do celu na średniej lub dużej wysokości z prędkością poddźwiękową. Nie przewiduje się lotu na małej wysokości. Działania maszyny są z zasady ograniczone do pory nocnej i misji pojedynczych samolotów, co w połączeniu z ilością przenoszonego uzbrojenia limituje możliwości porażenia atakowanego obiektu. Głównie jest to obezwładnienie, czyli czasowe wyłączenie z działania, dające możliwość samolotom innego typu możliwość bardziej swobodnego operowania i spotęgowania uderzenia.

moloty tego typu będą uzbrajane wyłącznie w kierowane środki rażenia o dużej precyzji i sile niszczącej[43].

System kierowania ogniem samolotów *stealth* będzie zawierał wyłącznie urządzenia pasywne, z wyjątkiem laserowego dalmierza/podświetlacza celów. W układzie tym nie ma zatem miejsca na stację radiolokacyjną. Kompleks nawigacyjny samolotów *stealth* będzie się opierał o precyzyjne układy bezwładnościowe, z platformą z laserowymi żyroskopami i cyfrowym układem przeliczającym. Wysoką precyzję nawigowania zapewni współpraca z systemem GPS. Trasy lotów będą tak dobrane (wyliczane przez specjalną komputerową aparaturę naziemną), by nie eksponować samolotów z łatwiej wykrywalnych stron na nieprzyjacielskie posterunki radiolokacyjne i pozycje zestawów przeciwlotniczych, których położenie będzie znane przed lotem.



Rys. 2.4. Bombowiec strategiczny sił powietrznych Stanów Zjednoczonych B-2

Na zakresie bojowym nie będą pracowały układy nawigacyjne demaskujące samolot (TACAN), a praca wysokościomierza radiolokacyjnego będzie ograniczana

[43] Samolot F-117A, dla przykładu, przenosi dwie bomby kierowane laserowo o masie do 1000 kg, zwykle są to GBU-27 Paveway III. Ładunkiem bojowym bomby jest z reguły bomba penetrująca BLU-113, umożliwiająca porażenie obiektów silnie umocnionych (bunkrów stanowisk dowodzenia). Istnieje przy tym możliwość zrzutu albo dwóch bomb do tego samego celu, albo kolejny zrzut pojedynczych bomb na dwa różne (nieodległe) cele. W przypadku takiego ataku (dolot, atak i powrót na dużej/średniej wysokości) promień działania F-117A bez tankowania w powietrzu wynosi 750 km, a z jednym tankowaniem w powietrzu – 1400 km. Zasięg do przebazowania sięga 2010 km.

do niezbędnego minimum. Samoloty nie będą wyposażane w dopplerowskiego miernika prędkości/kąta znoszenia, który podnoszą dokładność platformy bezwładnościowej, ale demaskują położenie maszyny, powszechnie systemy nawigacyjne będą wyposażane w odbiorniki GPS, znacznie podnoszące precyzję wyjścia na cel. Dla bezpiecznego nawigowania w kontrolowanej przestrzeni powietrznej, w czasie pokoju samoloty *stealth* będą wyposażane w transpondery radarowe, umożliwiający śledzenia samolotów przez służby ruchu lotniczego (będą one widoczne wyłącznie na radarach wtórnych).

Ciekawą cechą samolotów *stealth* może być brak jakichkolwiek urządzeń przeciwdziałania radioelektronicznego, z wyjątkiem pasywnego układu ostrzegania przed opromieniowaniem. Praca układów zakłócających demaskowałaby samolot, niwecząc efekt jego utrudnionej wykrywalności. Jest też możliwa opcja odwrotna, w której samoloty *stealth* będą posiadały najnowocześniejsze, inteligentne systemy osłony elektronicznej sprzężone z systemami ostrzegająco-mylącymi.

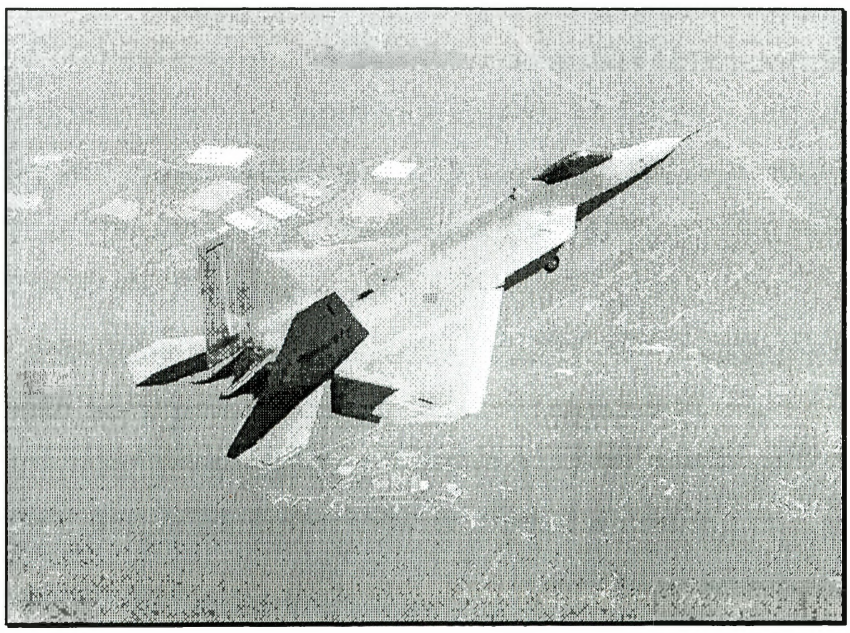
Wymagania technologii *stealth* powodują, że zrzut uzbrojenia powinien odbywać się z wnętrza komory bombowej, bez opuszczania wyrzutni w dolne położenie, co mogłoby demaskować samolot w krytycznym momencie (w zasięgu obrony przeciwlotniczej atakowanego obiektu). Z tego powodu z zestawu środków rażenia mogą być usunięte te, które wymagają opuszczenia komory wewnętrznej przed odpaleniem. Znajdą zastosowanie te, które umożliwiają zrzut z wnętrza komory bombowej. Dotyczy to również kierowanych pocisków rakietowych do celów powietrznych i powierzchniowych. Przypuszczalnie samoloty *stealth* będą przystosowywane też do zabierania bomb atomowych.

Najbardziej interesującym nośnikiem najnowszych technologii lotniczych jest samolot przewagi powietrznej **F-22A *Raptor***. Na jego przykładzie można prześledzić, jakie będą wyznaczniki lotnictwa najbliższej przyszłości w zakresie technologii *stealth*. Została ona rozpracowana kompleksowo i znalazła odzwierciedlenie zarówno w materiałach, kształcie samolotu oraz w wyposażeniu nawigacyjno-celowniczym i uzbrojeniu.

Samolot został zbudowany w układzie średniopłata z usterzeniem poziomym i podwójnym usterzeniem pionowym. Kształt płatowca dostosowano do obniżenia jego wykrywalności przez stacje radiolokacyjne przeciwnika. W konstrukcji maszyn

seryjnych około 30 % masy mają stanowić kompozyty, ok. 33 % - duraluminium, 24 % - stopy tytanu i ok. 5 % stal. Pozostała część przypada na inne materiały.

System wykrywania i kierowania uzbrojeniem jest zbudowany w oparciu o stację radiolokacyjną Westinghouse AN/APG-77 współpracującą z termowizorem Texas Instruments IRST (*Infra-Red Search and Tracking System*). System może wykrywać cele powietrzne i naziemne oraz wypełniać szereg innych funkcji, w zależności od wprowadzonego oprogramowania. Stacja radiolokacyjna zbudowana w technologii utrudnionej wykrywalności, pracując na poziomie naturalnych szumów, a jej sygnały nie mogą być z nich wydzielone bez znajomości cyfrowego kodu. Stacja ma możliwość jednoczesnego śledzenia wielu celów powietrznych i wykrywania kolejnych w tym samym czasie, z możliwością zwalczania kilku z nich (prawdopodobnie czterech) pociskami AMRAAM. W tym samym czasie radiolokator może wykonywać mapę terenu i poszukiwać celów naziemnych, ma bowiem możliwość wielokrotnego przełączania zakresów pracy w krótkich odstępach czasu, przy zapamiętywaniu poprzedniego zobrazowania.



Rys. 2.5. F-22A Raptor

Kompleks WRE ma identyczną postać jak zintegrowany system nawigacyjny. Pracują w nim takie same komputery o wysokiej prędkości wykonywania operacji (20 miliardów operacji na sekundę z możliwością rozszerzenia do 50 miliardów, pamięć operacyjna /RAM/ 300 MB, z możliwością rozszerzenia do 650). Są one sprzęgnięte układami światłowodowymi. Obróbka sygnałów odebranych umożliwia odbiór, anali-

zę, identyfikację i ocenę środków radioelektronicznych przeciwnika oraz wysłanie sygnałów zakłóceń radioelektronicznych. W zależności od oprogramowania mogą to być zakłócenia szumowe lub mylące o dowolnej konfiguracji. Zakres częstotliwości jest ograniczony wyłącznie możliwością anten, mogą one być jednak łatwo zmieniane[44]. Największą niewiadomą samolotu F-22A raport jest jego uzbrojenie. Samolot ma na stałe zamontowano działko General Electric M61A2 *Vulcan*, różniące się od podstawowej wersji M61A wydłużoną lufą, zwiększoną prędkością początkową pocisków i ich energią, a także zasięgiem skutecznego ognia. Zapas amunicji do działka wynosi 480 naboi.

Uzbrojenie podwieszane jest wyłącznie w trzech wewnętrznych komorach i do odpalenia/zrzutu wysuwane na zewnątrz. W dwóch bocznych komorach mogą być przenoszone tylko pociski AIM-9 *Sidewinder* (docelowo AIM-9X), po jednym w komorze. Specjalnie dla F-22A opracowano pantografowe wysuwane wyrzutnie LAU-141. W dużej środkowej komorze można podwieszać do sześciu środków bojowych. Głównie są to pociski AIM-120 na wyrzutniach katapultujących LAU-142. Na dwóch przednich zaczepach głównej komory bombowej można podwiesić dwie sztuki uzbrojenia kierowanego powietrze-ziemia o wagomiarze do 907 kg: bomby GBU-31 JDAM 2000/GBU-32 JDAM 1000 (odpowiednio bomby Mk.84 lub BLU-109 oraz Mk.83 lub BLU-110) bomby szybujące AGM-154B JSOW, albo pociski AGM-88 *Harm*. W przyszłości asortyment przenoszonego uzbrojenia zostanie z pewnością znacznie rozszerzony.

Innym przykładem nowych kierunków w rozwoju technologicznym lotnictwa są samoloty *stealth* konstruowane dla potrzeb bezpośredniego wsparcia wojsk *Joint Strike Fighter – JSF* (wielozadaniowy myśliwiec uderzeniowy), co lepiej oddawało naturę docelowej fazy opracowania i budowy nowego samolotu.

Samolot JSF został zaprojektowany z przeznaczeniem do prowadzenia szerokiego spektrum zadań, i w tym sensie nie jest następcą konkretnych typów będących w eksploatacji, lecz stanowi nową jakość, dając nieznane dotąd możliwości działania. Przede wszystkim założono, że JSF musi być zdolny do samodzielnego wykonywania misji uderzeniowych (bez samolotów zabezpieczenia bojowego). Misje takie sta-

[44] System walki radioelektronicznej został opracowany przez firmy Sanders i Lockheed (poprzednio General Dynamics). Hypki T.: Ostatnie amerykańskie myśliwce, Skrzydlata Polska 5/2000.

nowią większość w konfliktach o małej intensywności, a także w konfliktach lokalnych i regionalnych. Wymóg samodzielności oznaczał uniezależnienie od samolotów przełamywania obrony powietrznej i samolotów prowadzących zakłócenia radioelektroniczne, a także od eskorty myśliwskiej. Przenikanie nieprzyjacielskiego systemu OP miało być zagwarantowane dzięki własnością utrudnionej wykrywalności, co eliminowało konieczność zakłócania stacji radiolokacyjnych przeciwnika. Jednocześnie rozbudowany system ostrzegania przed opromieniowaniem (radiolokacyjnym, a docelowo także laserowym) ma umożliwić skuteczne wskazanie celów także dla rakiet przeciw radiolokacyjnych, które JSF ma docelowo przenosić. Ostatnia cecha – niezależność od osłony myśliwskiej, czyni z JSF samolot praktycznie wielozadaniowy. Wymaga ona bowiem, by mógł on skutecznie prowadzić walkę powietrzną na średnich i małych odległościach, z kilkoma przeciwnikami jednocześnie. W drugiej kolejności JSF może być wykorzystany w walce o przewagę w powietrzu, i to nie tylko w relacjach „powietrze-ziemia" (atakowanie lotnisk i naziemnych elementów systemu OP), ale także w relacjach „powietrze-powietrze", uzupełniając w tym zakresie cięższe i wyspecjalizowane w tych zadaniach myśliwce F-22A.

Co do utrudnionej wykrywalności, to było to jedne z najważniejszych wymagań, stawianych przed przyszłym JSF (tak wielkiej wagi nie przywiązywano do tego zagadnienia w konstrukcjach europejskich i rosyjskich). Jednocześnie jednak stwierdzono, że utrudniona wykrywalność nie może być uzyskana kosztem innych cech taktycznych, musi więc być odpowiednio zbalansowana. W ocenie ewentualnych zagrożeń założono, że JSF będzie brał przede wszystkim udział w konfliktach lokalnych, a tu głównym zagrożeniem byłyby pociski kierowane na podczerwień. Główną ochroną samolotu przed bronią przeciwlotniczą ma być wysokość operowania, jednak w przypadku konieczności jej obniżenia samolot miał mieć odpowiedni system zabezpieczeń. Obniżenie emisji w podczerwieni jest zagadnieniem ważnym, ale jednocześnie oceniono, że samolot około i naddźwiękowy, napędzany silnikiem turbowentylatorowym, o stosunkowo dużym ciągu nie może być w pełni „niewidzialny" dla głowic pocisków kierowanych na podczerwień. Na śmigłowcach stosuje się aktywne urządzenia do zakłóceń w podczerwieni, ale na samolotach są one nieskuteczne, ze względu na nagrzewanie się ich przy dużej prędkości. Z tego powodu przyjęto, że JSF musi polegać na skutecznym systemie ostrzegania przed zbliżającymi się pociskami, zapewniającym wykonanie odpowiedniego manewru obronnego, połączonego

z odpaleniem pułapek cieplnych. Dążąc do redukcji skutecznej powierzchni odbicia radiolokacyjnego ustalono, że normalny cel, o skutecznej powierzchni odbicia ok. 10 m^2 jest wykrywany z odległości ok. 150 km (na średniej wysokości), i aby uzyskać zmniejszenie tej wartości do ok. 15-18 km (co umożliwia przenikanie pomiędzy rozstawionymi zestawami rakiet plot, a nawet posterunkami radiolokacyjnymi) skuteczną powierzchnię odbicia trzeba zredukować aż 4000 razy, do ok. 0,025 m^2. W przypadku JSF uznano, że nie jest to możliwe, gdyż za bardzo ograniczyłoby to inne możliwości samolotu. W związku z tym założono zredukowanie skutecznej powierzchni odbicia radiolokacyjnego do pewnej wartości pośredniej (utajnionej oczywiście), co umożliwia zmniejszenie odległości wykrycia do ok. 30-50 km.

W zakresie zwalczania celów powietrznych minimalny zasięg stacji radiolokacyjnej JSF określono w wymaganiach na 130 km (samoloty taktyczne). Od razu założono, że dla nowego samolotu zostanie specjalnie skonstruowany radiolokator z aktywnie fazowaną siecią antenową i dysponujący możliwościami rozbudowy jego możliwości w przyszłości. Ma on pracować zarówno na zakresie aktywnym, jak i pasywnym (wykrywanie zakłóceń).

W zakresie systemu nawigacyjnego, założono dużą autonomiczność pracy, także w obszarach pozbawionych naziemnych pomocy nawigacyjnych. Wymagania mówią o zastosowaniu GPS, ale jednocześnie nakazano wyposażyć maszynę w oddzielny, autonomiczny układ nawigacyjny, korygowany przez GPS.

Prędkość maksymalną samolotu określono na Ma=1.5, z zaleceniem możliwości wykonywania lotów na prędkości naddźwiękowej bez dopalania (tzw. zakres „supercruise", czyli możliwość uzyskania drugiej optymalnej prędkości przelotowej na prędkości naddźwiękowej). Założono też manewrowość na poziomie istniejących konstrukcji, czyli nie wymagano postępu w tym zakresie, a jedynie utrzymania dobrych własności manewrowych na samolocie, którego kształt jest podporządkowany wymogom utrudnionej wykrywalności. Najbardziej wygórowane wymagania dotyczą taktycznych promieni działania – 970 km dla wersji CTOL i CV, a 750-800 km dla wersji STOVL.

Silnik ma powstać na bazie dwuprzepływowej jednostki napędowej opracowanej dla programu ATF (F-22A) – F120. Będzie on bardziej zaawansowany technologicznie np. będzie miał regulowany stosunek przepływu zimnego do gorącego i wektorowanie ciagu.

Ze względu na wymagania technologii *stelth* samoloty przyszłości będą miały rozbudowane systemy do obserwacji w podczerwieni. Aktualnie pracuje się nad stacjami obserwacji termowizyjnej Electro-Optical Targeting System (EOTS). Przykładem wdrażania tych technologii jest opracowanie nowego zasobnika celowniczego *Sniper*, przyjętego niedawno do uzbrojenia samolotów F-16C/D (jako następca LANTIRNA). Ma on się składać z kamery termowizyjnej o zasięgu co najmniej 30 km (cele naziemne) i 50 km (cele powietrzne), kamery telewizyjnej opartej o koncepcję sprzężenia ładunkowego (CCV), laserowej stacji podświetlania celów, pomiaru odległości i wskazywania podświetlenia ze źródła zewnętrznego. Ponadto samolot ma mieć też drugi, wielofunkcyjny zestaw do obserwacji w podczerwieni, nazywany Distributed Aperture Infrared System (DAIRS) – system do obserwacji w podczerwieni z rozproszonym systemem antenowym. DAIRS będzie miał sześć anten rozmieszczonych na płatowcu, pokrywających całą przestrzeń wokół samolotu. Będzie on wykorzystany do obserwacji celów naziemnych i powietrznych dookrężnie, ale także do prowadzenia rozpoznania (możliwość rejestracji obrazu, a także przesyłania go w czasie rzeczywistym na naziemne SD), do oceny skutków własnego uderzenia (eliminując tym samym konieczność prowadzenia rozpoznania kontrolnego), a także – co stanowi zupełnie nową jakość – równocześnie będzie ostrzegał przed zbliżającymi się pociskami rakietowymi, automatycznie uruchamiając środki przeciwdziałania. DAIRS w funkcjach nawigacyjnych będzie też mógł dowiązać bezwładnościowy układ nawigacyjny (sprzężony z GPS) samolotu to wprowadzonego do pamięci obiektu orientacyjnego na ziemi.

W skład uzbrojenia samolotów uderzeniowych i myśliwskich wejdzie uzbrojenie rakietowe i artyleryjskie. Przewiduje się zamontowane na stałe działka o regulowanej (dwa położenia) szybkostrzelności oraz uzbrojenie podwieszane w komorach wewnętrznych, a w misjach nie wymagających utrudnionej wykrywalności, także na zaczepach zewnętrznych.

Kabiny samolotów będą wyposażane w monitory sytuacji taktycznej i nawigacyjno-pilotażowej oraz do zobrazowania zagrożeń i sygnałów awaryjnych. Funkcje wskaźnika projekcji czołowej przejmie wyświetlacz nahełmowy. Na szybie hełmu będą zobrazowane wszystkie te informacje, które znajdują się dziś na HUD, a ponadto będzie można wyświetlić na nim obraz z DAIRS, co eliminuje konieczność użycia gogli nocnego widzenia. Sterowanie głównymi funkcjami systemów pokładowych bę-

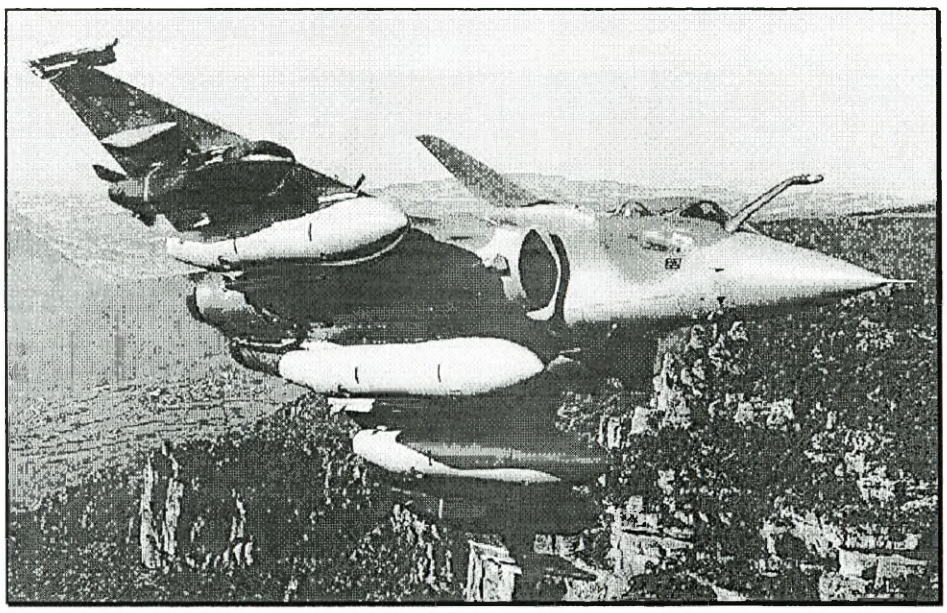
dzie się odbywać przy pomocy głosu, a także poprzez dotyk menu na monitorach (awaryjnie – tradycyjnymi przełącznikami). Oprogramowanie systemów uwzględni też funkcję bezpośredniego wsparcia wojsk (także na zakresie automatycznego wskazania celów przez oficera naprowadzania lotnictwa, z ziemi, za pomocą łącza transmisji danych). Dzięki systemowi wymiany informacji samoloty będą mogły wymieniać zobrazowanie nie tylko z innymi samolotami (USAF, USN i USMC), w tym latającymi stanowiskami dowodzenia, bezzałogowymi samolotami rozpoznawczymi oraz ze śmigłowcami, ale także z naziemnymi punktami i stanowiskami dowodzenia (np. stanowiskiem dowodzenia brygady czy dywizji wojsk lądowych czy z okrętami). Dzięki temu, także i inne wojska otrzymają informacje o sytuacji taktycznej, pochodzące z pokładu samolotów[45].

W okresie, gdy zacznie być rozważany problem jego następcy (w latach 2020-2030) postęp technologiczny umożliwi skonstruowanie bezzałogowego samolotu bojowego (przenoszącego uzbrojenie). Mówi się nawet o budowie takiego aparatu na bazie obecnego F-35, przy czym pilot zostanie przeniesiony na ziemię, zaopatrzony w kopię kabiny samolotu i zobrazowanie w przestrzeni wirtualnej. Dzięki temu spadnie ryzyko zastosowania samolotu, gdyż jego ewentualne zestrzelenie nie pociągnie za sobą straty załogi. Docelowe aparaty bezzałogowe będą jednak mniejsze (trudniejsze do wykrycia) i bardziej manewrowe (brak pilota). Nie jest wykluczone, że F-35 trafi też kiedyś do polskiego lotnictwa.

Inne rozwiązania technologii *stealth* możemy prześledzić na przykładzie najbardziej zaawansowanej technologicznie konstrukcji lotniczej Francji, którą reprezentuje samolot ***Rafale*** firmy Dassault. W samolocie znalazły zastosowanie znane i perspektywiczne techniki utrudniające jego wykrycie. Pierwszy kierunek to zastosowanie materiałów kompozytowych w konstrukcji samolotu, generalnie radioprzeźroczystych, czyli nie dających odbicia radiolokacyjnego. Kolejny to takie zaprojektowanie kształtu samolotu, by zminimalizować skuteczną powierzchnię odbicia od metalowych powierzchni maszyny. Kadłub otrzymał charakterystyczny kształt o przekroju rombu

[45] Przygotowania do produkcji seryjnej samolotów tej klasy (F-22, F-35) nastąpi w 2008 r., a pierwsze samoloty mają trafić do jednostek w 2010 r. Plany wdrożenia do eksploatacji samolotów F-35 sięgają 2035 r. W tym czasie ma też być prowadzona produkcja eksportowa (od 2012 r.), która łącznie z obecnymi zamówieniami przypuszczalnie podniesie całkowitą liczbę F-35 do ok. 5000. W wielu krajach samolot może być eksploatowany nawet do końca wieku.

w przedniej części, kierując odbite fale radiolokacyjne w dół i w górę pod znacznym kątem. W związku z tym zrezygnowano z dolnego chwytu powietrza na rzecz dwóch bocznych, nachylonych zgodnie z kształtem przedniej części kadłuba. Kanały powietrza ukształtowano tak, by dla radiolokatora opromieniowującego *Rafale* z przodu „niewidoczne" były wirujące elementy sprężarki silników. Kabina została pokryta specjalnym natryskiem z opiłków złota, co powoduje odbicie fal radiolokacyjnych zgodnie z kształtem owiewki (generalnie w górę), nieprzepuszczając fal elektromagnetycznych do wnętrza kabiny, gdzie odbijałaby je tablica przyrządów i fotel pilota. W tylnej części kadłuba zastosowane poszerzenie przejścia skrzydło-kadłub tworzyły nie tylko elementy skrzydła pasmowego, ale także powodowały odpowiednie, zbliżone do pionowego, odbicia fal radiolokacyjnych.



Rys. 2.6. Samolot Rafale

Statecznik pionowy o stosunkowo dużej powierzchni został w wykonany z radioprzeźroczystych kompozytów, ze skośnie ustawionymi dźwigarami (odbijającymi fale radiolokacyjne w górę) i z takim dobraniem kształtu wypełniacza ulowego steru kierunku, z folii aluminiowej, by komórki wypełniacza odbijały fale radiolokacyjne także w górę i w dół. Sloty celowo wykonano z tytanu, nie tylko by zwiększyć ich wytrzymałość, ale także by odbijały one fale radiolokacyjne w kierunkach pionowych, niedopuszczając do przenikania fal radiolokacyjnych do wnętrza płata i ich odbicia od dźwigarów skrzydeł. Całe pokrycie płata zostało wykonane z kompozytu węglowo-szklanego. Na krawędzi natarcia znajdują się dwuczęściowe (trójczęściowe na *Rafale A*) sloty, wykonane ze stopu tytanowo-stalowego. Całość krawędzi natarcia zajmu-

ją dwuczęściowe (trójczęściowe na *Rafale A*) sterolotki, wychylane zgodnie jako ster wysokości lub różnicowo jako lotki. Do startu i lądowania są one wychylane w dół, a powstający moment opuszczający nos jest wówczas rekompensowany odpowiednią zmianą położenia neutralnego usterzenia przedniego o 20°.

Poza odpowiednim doborem kształtu zaplanowano też zastosowanie materiałów absorbujących fale radiolokacyjne (RAM – *Radar Absorbing Material*). Rozwiązuje się to poprzez zastosowanie odpowiedniej farby (stąd grafitowo-czarny kolor samolotów), oraz drogą zastosowania odpowiednich powłok na wybranych (metalowych) elementach samolotu. Zewnętrzne pokrywane płatowca radioprzeźroczystą farbą, umożliwia zastosowanie dowolnego kamuflażu samolotu. Na samolotach morskich stosuje się jednolity szary kamuflaż, dostosowany do maskowania samolotu na tle morza i w różnych warunkach terenowych (samoloty morskie z założenia będą działać na różnych teatrach operacyjnych), zaś dla samolotów lądowych przyjęto dwubarwny kamuflaż typu *Air Superriority*. Jest to związane z tym, że samoloty uderzeniowe mają także działać na dużych i średnich wysokościach (zgodnie z obecnymi tendencjami w taktyce użycia lotnictwa), stąd „myśliwski" kamuflaż, lepiej maskujący samolot na tle nieba[46].

W zakresie zmniejszenia widma promieniowania podczerwonego silniki M88 są (w przeciwieństwie do silnika M53 z samolotu *Mirage 2000*) są silnikami w pełni turbowentylatorowymi, ze znacznym udziałem opływu zimnego, co powoduje stosunkowo niską temperaturę gazów wylotowych. Kolejne obniżenie sygnatury w podczerwieni uzyskano stosując farby ułatwiające wypromieniowanie ciepła powstającego w wyniku aerodynamicznego nagrzewania się powierzchni samolotu (od tarcia powietrza i w obszarach o jego podwyższonym ciśnieniu.

Poza wymienionymi technikami *stealth*, wszystkie urządzenia radiolektroniczne samolotu otrzymują specjalne ekranowanie, nie tylko chroniące je przed emisją promieniowania elektromagnetycznego na zewnątrz, ale także przed impulsem elektromagnetycznym powstającym w wyniku wybuchu jądrowego. Są powszechnie stosowane sensory elektroptyczne, umożliwiające pasywną pracę systemu wykrywania i śledzenia celów (szczególnie celów naziemnych) bez użycia pokładowej stacji ra-

---

[46] Gruszczyński J., Rybak E.F.: *Tendencje rozwojowe współczesnych taktycznych samolotów wielozadaniowych w Stanach Zjednoczonych i Europie Zachodniej,* Nowa Technika Wojskowa 3/2001.

diolokacyjnej. Na zakresie walki powietrznej zmniejszona emisja zostanie osiągnięta poprzez zastosowanie systemu wymiany informacji taktycznej, dzięki czemu część samolotów w grupie będzie działała z wyłączonymi pokładowymi stacjami radiolokacyjnymi. Zakłada się, że zastosowanie systemu wymiany informacji taktycznej zmniejszy też konieczność prowadzenia korespondencji radiowej, także przyczyniając się do zmniejszenia emisji promieniowania elektromagnetycznego. Sam układ wymiany informacji pracuje na skokowo zmiennych częstotliwościach, wysyłając porcje informacji silnie skompresowanej (krótkie czasy poszczególnych emisji), co praktycznie bardzo utrudnia nie tylko przechwycenie informacji przez przeciwnika, ale nawet samego wykrycia pracy urządzenia[47].

Skrzydło jest mocowane do kadłuba mniej więcej w połowie jego średnicy, z niewielkim elementem przejściowym, stanowiącym generator wiru pasmowego. Pokrycie elementu przejściowego w przedniej części wykonano z kompozytu węglowo-szklanego, a w środkowej i tylnej części – z kompozytu aramidowego. W skrzydłach, a także w części łączącej skrzydło z kadłubem znajdują się zbiorniki paliwa. Dodatkowo w elemencie łączącym znajdują się też wnęki podwozia głównego. W prawej części elementu przejścia skrzydło-kadłub zamocowano też działko.

Kadłub samolotu ma klasyczną konstrukcję półskorupową. Część środkowa kadłuba ma po bokach nieregulowane, proste chwyty powietrza, które w połączeniu z „rdzeniem" kadłuba tworzą przekrój pięciokąta (wymóg technologii utrudnionego wykrycia radiolokacyjnego). Pokrycie kadłuba wykonano z kompozytu aramidowego (osłona stacji radiolokacyjnej), kompozytu węglowo-szklanego (część kabinowa, wszystkie osłony komór podwozia, hamulce aerodynamiczne zamocowane po bokach przedniej części statecznika pionowego, część grzbietowa i niektóre pokrywy komór wyposażenia) lub ze stopu aluminiowo-litowego, pokrytego materiałami absorbującymi promieniowanie elektromagnetyczne.

Systemy sterowania samolotów przyszłości będą w całości stanowić układy aktywne, z kanałami cyfrowymi w sterowaniu poprzecznym, podłużnym, kierunkowym i obrotami silnika. Układ sterowania będzie pracował w myśl koncepcji *care-*

---

[47] Kayton M., Fried W.R.: *Avionics navigation system, second edition*, John Wiley & Sons, Inc., New York 1997.

free, to znaczy nie będzie dopuszczał do przekroczenia eksploatacyjnych ograniczeń płatowca i silnika.

Maksymalne kąty natarcia samolotów (w locie ustalonym) będą sięgały 30^0, maksymalne przeciążenia w locie bez lub z lekkimi podwieszeniami do 9 g, a z ciężkimi – do 5,5 g. Dla tych konfiguracji maksymalna prędkość obrotu w kanale poprzecznym może sięgać odpowiednio 270° i 150° na sekundę i więcej.

Kabiny pilota będą posiadały drążki sterowe i dźwignie sterowania silnikiem, w postaci joysticków, oraz klasyczne pedały steru kierunku. Monitory zobrazowania systemów elektroptycznych (o dużym polu widzenia 20° x 20°) będą posiadały możliwość wyświetlenia mapy z nałożoną sytuacją taktyczną. Wielofunkcyjne monitory kolorowe będą posiadały funkcję reagowania na dotyk pilota (wybór funkcji z menu). Zaistnieje też możliwość operowania funkcjami z przełączników na drążku sterowym i dźwigni sterowania silnikiem. Kabiny będą projektowane w myśl koncepcji HOTAS (ręce na drążku sterowym i dźwigni sterowania silnikiem), co umożliwi prowadzenie walki powietrznej bez odrywania rąk od sterownic. Ponadto w kabinach znajdą się wyświetlacze cyfrowe pozostałości paliwa i kontroli pracy silników (ograniczone do minimum, praca silników będzie kontrolowana automatycznie, wyświetlane będą jedynie sygnały nieprawidłowej pracy). Zobrazowanie informacji w kabinach będzie rejestrowane przez cyfrowe kamery.

Przyszłościowe systemy samoobrony możemy charakteryzować analizując projekty opracowane dla samolotów F-22 i Rafale. System *Spektra* samolotu Rafale to przypuszczalnie najbardziej zaawansowanym technologicznie systemem samoobrony samolotu bojowego. *Spectra* jest w pełni zintegrowanym, całkowicie zautomatyzowanym systemem, a jego zaletą jest przede wszystkim zaawansowany, wielospektralny układ ostrzegania o zagrożeniach. Składa się on z części radiolokacyjnej, z czujnikami rozmieszczonymi u nasady skrzydeł i na grzbiecie usterzenia pionowego. Część radiolokacyjna systemu jest w stanie odebrać, przeanalizować, określić kierunek i typ (sklasyfikować) źródła promieniowania radiolokacyjnego, na powierzchni (ziemi lub wodzie) i w powietrzu. Zakres częstotliwości pracy nie jest znany, ale przypuszcza się że jest to 2-40 GHz. System jest w stanie określić położenie kątowe obiektu z dokładnością do zaledwie 1 stopnia w azymucie i elewacji, a analiza mocy sygnału pozwala na przybliżone określenie odległości do promieniującego środka. Analiza rodzaju pracy znanych stacji radiolokacyjnych (biblioteka danych sys-

temu ma strukturę otwartą – z możliwością jej uzupełniania o nowo wykryte systemy przeciwnika) pozwala na ocenę stopnia zagrożenia. Dodatkowo rejestrator wszystkich czujników systemu *Spectra* pozwala na późniejszą analizę położenia środków radioelektronicznych przeciwnika, czyli w pewnym sensie – prowadzenia rozpoznania radioelektronicznego przez dowolny samolot *Rafale*[48].

W systemie *Spectra* pracuje termiczny odbiornik wykrywający odpalenie pocisków przeciwlotniczych różnych typów i śledzących ich lot[49]. Elementem systemu *Spectra* jest też wykrywacz opromieniowania laserowego samolotu (nazywa się DAL - *Détection et Alerte Laser*), jako że współczesne myśliwce coraz częściej stosują dalmierze laserowe w swych pasywnych detektorach optoelektronicznych (nie wyłączając samego *Rafale*). Oba wspomniane urządzenia pozwalają na precyzyjne śledzenie odpalonego do samolotu pocisku, a komputer *Spectry* wskazuje pilotowi optymalny moment do wykonania uniku, w momencie gdy pocisk przeciwlotniczy nie jest już w stanie zareagować na niespodziewaną zmianę położenia celu. Dodatkowo *Spectra* automatycznie steruje pracą czterech wyrzutników flar/dipoli, umieszczonych na grzbiecie kadłuba oraz pracą zasobnika zakłóceń aktywnych. Do zintegrowania całości systemu służy komputer nazywany GIC (*Gestion de l'Interface et Compatibilité*). Kombinacja optymalnego manewru oraz automatycznego użycia pasywnych i aktywnych środków przeciwdziałania daje *Rafale* niespotykane możliwości przetrwania na polu walki.

Rafale niewątpliwie pozostaje najbardziej zaawansowanym i najskuteczniejszym samolotem tzw. IV generacji, uwzględniając samoloty JSF. Jako drugi po *Gripenie* wszedł też do regularnej służby. Jest bardzo prawdopodobne, że tego rodzaju systemy permanentnie doskonalone, będą standardem wyposażenia samolotów bojowych przyszłości.

Pod względem założeń, co do wielkości i masy samolotów, w przyszłości będą one dysponowały znacznie korzystniejszym stosunkiem ciągu do masy, niż samoloty współczesne. Zasięg i taktyczny promień działania bez tankowania będzie przekraczał osiągi wszystkich znanych współcześnie konstrukcji. Poza tym samoloty przyszłości będą się charakteryzowały dużą szybkością odtwarzania gotowości bojowej

---

[48] Część elektromagnetyczna systemu nosi nazwę DBEM (*Détection et Brouillage Electromagné ique*). Kayton M., Fried W.R.: *Avionics navigation system, second edition*, John Wiley & Sons, Inc., New York 1997.

[49] Został on opracowany przez firmę MATRA i nosi nazwę DIR (*Détection Infrarouge*).

we wszystkich kombinacjach uzbrojenia (także przy ich zmianie), oraz niskim nakładem pracy na jedną godzinę lotu (ok. 8,5 godz.). Wysokie resursy płatowca i silników, oraz ogólna (oczekiwana) wysoka niezawodność wszystkich systemów obniżą też koszty eksploatacji samolotów.

Bombowiec strategiczny Northrop **B-2A *Spirit*** jest jedynym na świecie trudnowykrywalnym bombowcem strategicznym. Jest też jedynym samolotem w układzie latającego skrzydła, który wszedł do regularnej służby w jednostkach bojowych. Należy przypuszczać, że technologie zastosowane w tej nowoczesnej konstrukcji będą rozwijane w przyszłości dla tej grupy samolotów.

Wstępne studia nad przyszłym programem *Advanced Technology Bomber* – ATB (samolot bombowy zbudowany w oparciu o najnowsze technologie), rozpoczęto w 1979 r. Pod określeniem *advanced technology* kryły się techniki utrudnionej wykrywalności. Postawiono zadanie zbudować trudny do wykrycia bombowiec, który byłby w stanie przeniknąć nowoczesny system OP. W trakcie badań okazało się, że kształt samolotu bombowego nazwany latającym skrzydłem gwarantuje wystarczająco niską radiolokacyjną powierzchnię odbicia. Dodatkowo w konstrukcji miały być szeroko zastosowane materiały kompozytowe i absorbujące pokrycie RAM.

Początkowo samolot projektowano do działań na dużych wysokościach, ale analizy wykazały, że pomimo zastosowanych technologii samolot może zostać wykryty i skutecznie zwalczany (duża ilość obserwujących go stacji radiolokacyjnych). Na początku 1980 r., na sugestię USAF, zdecydowano, że zostanie on zaprojektowany głównie z myślą o działaniach na małych wysokościach i jego konstrukcja musiała zostać wzmocniona. Wymusiło to zmianę kształtu płata (jeszcze w fazie projektowania), samolot otrzymał poszerzoną część środkową, z charakterystycznie ukształtowaną krawędzią spływu. Zwiększyło to sztywność skrzydła, uodparniając konstrukcję na działanie turbulencji. W istocie opracowano trzy odmiany przyszłego latającego skrzydła. We wszystkich przypadkach obrys skrzydeł był identyczny – składał się z romboidalnej części wewnętrznej i ze skośnej części zewnętrznej. Wszystkie krawędzie były obrysowane dwoma prostymi, to znaczy te, które się nie przecinały, były do siebie równoległe. Tylko w jednym przypadku przewidziano niewielkie, nachylone do wewnątrz stateczniki pionowe, dwa pozostałe projekty (bardzo do siebie podobne) były w ogóle pozbawione usterzenia.

Od początku projektowano samolot jako poddźwiękowy, uznano bowiem, że jego utrudnione wykrywanie będzie go zabezpieczało przed zniszczeniem, natomiast w znacznym stopniu skomplikowałoby to konstrukcję pod względem technologicznym (planowano szerokie wykorzystanie kompozytów, gdzie kwestie wytrzymałościowe i termiczne były poważnym problemem).

Na przykładzie B-2 można prognozować, że duże samoloty będą budowane w możliwie szerokim zakresie z kompozytów, przy czym z materiałów tych będą wykonane także elementy nośne konstrukcji. Samoloty o stosunkowo dużych rozmiarach, będą posiadały skuteczną powierzchnię odbicia, dla szerokiego pasma częstotliwości, 20-30 razy mniejszą niż w przypadku samolotu myśliwskiego. Będą wyposażane w radiolokatory o niskiej wykrywalności pracy – LDP Radar (*Low Detection Probability*)[50]. Samoloty tego typu będą posiadały zaawansowane technologicznie kompleksy przeciwdziałania radioelektronicznego z procesorami zaopatrzonymi w sztuczną inteligencję. Będą mogły dokonywać samoanalizy skuteczności pracy i działać nie według z góry ustalonego algorytmu, lecz odpowiednio do rezultatów tej analizy[51].

Promieniowanie podczerwone, emitowane przez lecący samolot, będzie obniżane różnymi technikami, między innymi montując szerokie, spłaszczone dysze wylotowe silników, dodatkowo osłonięte przedłużonymi osłonami gondoli. Dzięki silnikom dwuprzepływowym powietrze z opływu zimnego mieszane z gazami wylotowymi silników zmniejszy ich temperaturę. Ponadto całość może być dodatkowo łączona z zimnym powietrzem płynącym wewnątrz gondoli silnikowych, ale poza strefą samych silników[52].

W drugiej grupie emisji promieniowania podczerwonego podjęto inne środki zmniejszając jego emisję. Poza specjalnymi farbami, które absorbują promieniowanie słoneczne nie odbijając go, zastosowano także inne materiały służące zmniejszeniu

---

[50] Jego zasada pracy opiera się na pracy na poziomie naturalnych zakłóceń (szumów), przy wydzieleniu na ich tle sygnału właściwego, dzięki zaawansowanej obróbce cyfrowej sygnału. Praca takiego radiolokatora nie może być wykryta przez znane obecnie urządzenia ostrzegające przed opromieniowaniem.

[51] Samolot B-2 jest dostosowany do lotu na bardzo małej wysokości zgodnie z rzeźbą terenu. Uzyskanie własności *stealth* wymaga utrzymania olbrzymiej dokładności wykonania samolotu, dlatego zdecydowano się na nietypową metodę budowy samolotu.

[52] W konstrukcjach eksperymentalnych, tak zmieszane z zimnymi opływami gazy dodatkowo płyną po górnej powierzchni tylnej części płata, gdzie następuje ich kolejne wymieszanie z powietrzem zewnętrznym. Wypływająca za krawędź spływu masa powietrza i gazów wylotowych ma już bardzo niską temperaturę, pozostawiając minimalny ślad termiczny.

emisji promieniowania podczerwonego. Ich skład stanowi tajemnicę, ujawniono jednak, że materiały te zamieniają energię cieplną w bardzo szerokie spektrum promieniowania elektromagnetycznego – od nadfioletowego po niskie pasma podczerwone. Stąd energia promieniowania cieplnego nie koncentruje się w określonym wycinku promieniowania podczerwonego, jak to jest w klasycznych samolotach, lecz jest rozpraszana na szerokie pasmo wytwarzanego promieniowania.

W przypadku samolotu lecącego na dużej wysokości największym problemem jest pozostawianie smugi kondensacyjnej przez silniki samolotu, zdradzającej obecność maszyny z odległości wielu kilometrów. W tej dziedzinie już dzisiaj znane są komponenty chemiczne dodawane do paliwa eliminujące smugi kondensacyjne[53]. W dziedzinie kamuflażu w przyszłości będą stosowane farby zmieniające odcień w zależności od oświetlenia i tła, na którym się on znajduje[54].

Systemy samoobrony samolotów są najbardziej utajnionymi elementami wyposażenia. Bezpieczeństwo B-2 polega głównie na utrudnionej wykrywalności, jednak ustalono, że bombowiec musi też dysponować skutecznymi środkami przeciwdziałania, na wypadek, gdyby mimo wszystko został on zaatakowany przez przeciwnika. Najważniejszym elementem systemu WRE bombowca jest układ wykrywania i klasyfikacji zagrożeń. Pozwala on załodze na bieżące śledzenie sytuacji wokół samolotu i dokonanie odpowiedniej korekty trasy. Główna filozofia walki na B-2 polega bowiem na jak najdłuższym unikaniu wykrycia, co daje gwarancję bezpiecznego dolotu do celu. System ostrzegania przed zagrożeniami składa się z dużej liczby odbiorników, każdy skanujący określony przedział częstotliwości.

Z chwilą wykrycia i identyfikacji środków emitujących promieniowanie radioelektroniczne, system stara się określić ich położenie, co dokonywane jest metodą

---

[53] W bombowcach B-52 stosowano kwas chloro-fluorowy, wtryskiwany do wylotu silników, który eliminował smugę kondensacyjną na dużej wysokości. Kwas ten był niezwykle żrący i szkodliwy dla środowiska, więc obecnie jego stosowanie jest zabronione. Jednak w jego miejsce opracowano odpowiedni, mniej szkodliwy materiał, który spełnia tę samą funkcję. Jest on jednak (jak wiele rzeczy związanych z B-2) utajniony. Według niepotwierdzonych informacji bazuje on na związkach alkoholu.

[54] Samolot B-2 pokryto nowoczesną odmianą tego typu farby, mającą własności zmiany odcienia w zależności od tła i oświetlenia. W toku przeprowadzonych prób okazało się, że na dużej wysokości w dzień B-2 jest wzrokowo wykrywany z odległości ok. 2,5-3 razy mniejszej, niż inny samolot podobnej wielkości. Przy bardzo dobrej widzialności piloci myśliwscy byli w stanie zauważyć B-2 dopiero z odległości 2,5-3,5 km, podczas gdy inny samolot bombowy można dostrzec z odległości 8-10 km. Wartość ok. 3 km uznano za wystarczającą, gdyż radiolokatory dalekiego zasięgu pracujące w pasmach metrowych nie są w stanie z dużej odległości uzyskać dokładności większej od 5 km, wyprowadzenie myśliwca do wzrokowego wykrycia i ataku na B-2 jest więc niemożliwe. Własną, centymetrową stacją, myśliwiec nie jest w stanie wykryć B-2. Prawdopodobieństwo przechwycenia jest więc minimalne.

wcięcia w czasie lotu pod pewnym kątem do obserwowanego środka. Analizowana jest również moc odbieranego sygnału. Po uzyskaniu niezbędnych informacji system zaznacza położenie środka, a jeśli jest to zestaw przeciwlotniczy, to oznacza też pole jego rażenia, na specjalnym monitorze w kabinie załogi. Na tej podstawie dokonywana jest ocena niezbędnej korekty trasy lotu, przy czym system dalej sugerował taką trasę, która eksponuje najmniejszą skuteczną powierzchnię odbicia radiolokacyjnego w kierunku najbliższego (najgroźniejszego) środka radiolokacyjnego przeciwnika. AN/APR-50 dokonuje opisanych ocen na podstawie biblioteki danych, wprowadzanych do pamięci sterującego nim komputera. Biblioteka ta może być uzupełniana lub wymieniana na nową.

Należy jeszcze dodać, że możliwości systemu AN/APR-50 są porównywalne z możliwościami systemów rozpoznania radioelektronicznego montowanych na samolotach specjalnie przeznaczonych do zadań WRe (np. EA-6B *Prowler*).

Przypuszczalnie samolot nie ma zamontowanych nadajników zakłócających, gdyż ich praca demaskowałaby jego obecność. Nie wykluczone jest jednak, że istnieje możliwość ich zamontowania, by przeciwdziałać środkom, które pomimo własności *stealth* wykryją i zaatakują bombowiec.

Samolot był projektowany do uderzeń jądrowych na cele strategiczne. Planowano przy tym, że bombowiec będzie wykonywał ataki na najsilniej bronione obiekty, wymagające precyzyjnego trafienia, a także obiekty ruchome (w praktyce – mobilne wyrzutnie rakiet strategicznych). Przy ładunku 16 bomb jądrowych (B83 lub B61 Model 11) promień działania samolotu bez tankowania wynosi 8.530 km przy jednym tankowaniu w powietrzu oraz przy dolocie i odejściu od celu (1850 km) na małej wysokości (60 m), pozostała część lotu na dużej wysokości.

W dziedzinie nowoczesnych technologii wiele rozwiązań, które znajdą zastosowanie w przyszłości odkrywamy analizując kierunki prac konstrukcyjnych lotnictwa Rosji. Przykładem może być samolot **MiG-31**, który powstał z potrzeby połączenia zalet szybkiego myśliwca przechwytującego MiG-25 i myśliwca dalekiego zasięgu Tu-128. Głównym przeciwnikiem dla MiG-31 były i pozostały do dziś bombowce B-52 z pociskami manewrującymi AGM-86 (ALCM). W przyszłości MiG-31 ma przeciwdziałać bombowcom B-1 i B-2. Przed nowym rosyjskim myśliwcem przechwytującym postawiono zadanie zwalczania celów lecących tak na dużej, jak i skrajnie małej wysokości (Tu-128 i MiG-25 mogły zwalczać wyłącznie cele lecące powyżej 8-10 km

nad ziemią)[55]. Z potrzeby szybkiej reakcji na zagrożenie wynikło wymaganie bardzo dużej prędkości lotu (początkowo radzieckie siły powietrzne chciały 3500-4000 km/h). Ponieważ myśliwiec miał być przeznaczony do obrony rejonów z rzadką siecią lotnisk i naziemnych stanowisk dowodzenia OP, powinien być zdolny do działań autonomicznych, mieć duży zasięg lotu, a także duży zasięg pracy aparatury pokładowej (radaru i systemu łączności). Wymagano także zdolności do pracy grupowej z automatyczną wymianą danych pomiędzy samolotami w grupie. MiG-31 może lecieć na dużej wysokości z prędkością przelotową Ma 2.35 (2500 km/h) i prędkością maksymalną Ma 2.83 (3000 km/h). Z powodu nagrzewania konstrukcji czas lotu z prędkością powyżej Ma 2.65 ograniczono do 21 minut - co nie jest jednak zbyt dotkliwym ograniczeniem, jeśli pamiętać, że samolot pokonuje w tym czasie 1000 km. Na małej wysokości MiG-31 może lecieć z prędkością 1500 km/h. Zasięg przebazowania wynosi 3300 km. Bardziej istotny parametr, rubież zniszczenia celu wynosi 720 km w locie z prędkością Ma 2.35, a z prędkością Ma 0.85 1200 km bez lub 1400 km z dodatkowymi zbiornikami paliwa, lub też 2200 km z jednokrotnym tankowaniem w powietrzu. Pułap praktyczny wynosi 20 600 m z pełnym uzbrojeniem.

MiG-31 jest najcięższym myśliwcem na świecie. Z pełnym uzbrojeniem i wewnętrznym zapasem paliwa waży 41 000 kg (w czym paliwo stanowi 16 350 kg), a z dwoma podwieszanymi zbiornikami po 2500 litrów nawet 46 200 kg. Rozpiętość jego skrzydeł wynosi 13,464 m, długość całkowita 22,688 m i wysokość 6,150 m. Z racji tych charakterystyk, MiG-31 nie jest predestynowany do prowadzenia manewrowej walki powietrznej, jest platformą dla radaru i rakiet. Samolot wyróżnia nowoczesny systemem kierowania uzbrojeniem RP-31 Zasłon. System Zasłon składa się z radaru o tej samej nazwie (inaczej też S-800 lub No07), termonamiernika 8TK, cyfrowego komputera pokładowego Argon-15 oraz aparatury wymiany informacji między samolotami APD-518 (apparatura pieredaczi dannych) i pokładowej aparatury naprowadzania na cel5UI5K (Raduga-Bort-MB). Nowe wyposażenie było na tyle skomplikowane, że wymagało powiększenia załogi o operatora uzbrojenia[56]. Rdzeniem systemu RP- 31 Zasłon jest radar, a najbardziej unikatowym elementem radaru

[55] Butowski P.: Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia, Nowa Technika Wojskowa 3/2001.

[56] Próby całości systemu kierowania uzbrojeniem Zasłon były prowadzone od jesieni 1975 r. na latającym laboratorium Tu-104 (poszczególne elementy systemu testowano już wcześniej, na przykład radar od wiosny 1973 r. na samolocie pasażerskim Tu-110). 22 kwietnia 1976 r. Aleksander Fiedotow wystartował po raz pierwszy na drugim prototypie 83-2 wyposażonym już w kompletny system Zasłon.

jest jego antena ze skanowaniem elektronicznym. Zasłon może śledzić do 10 celów jednocześnie, niezależnie od tego gdzie się znajdują: jeden może lecieć w stratosferze, a drugi tuż nad ziemią i oba będą jednocześnie ostrzeliwane. Taką właściwość można było uzyskać wyłącznie dzięki zastosowaniu anteny ze skanowaniem elektronicznym, w której czas przeniesienia wiązki radaru z jednego do drugiego punktu w przestrzeni jest liczony w milisekundach (w konwencjonalnym radarze RP-25 na MiG-25 czas ten wynosił 2.5 sekundy - samolot mógł w tym czasie przelecieć 2 km).

Zalety radaru ze skanowaniem fazowym to także większa odporność na zakłócenia oraz brak ruchomych, mechanicznych elementów, które zawsze były źródłem sporej części awarii. Z drugiej strony, radary takie są nieporównanie droższe i wymagają znacznie mocniejszych komputerów do sterowania. Zasłon był pierwszym, i do czasu pojawienia się ANI APG- 77 F-22 *Raptora* jedynym w świecie radarem myśliwskim ze skanowaniem elektronicznym.

Na ekranie radaru Zasłon (w kodzie NATO Flash Dance) może znajdować się równocześnie wiele celów, z czego 10 jest automatycznie śledzonych, a na cztery z nich niezależnie naprowadzane są cztery pociski powietrze-powietrze R-33 (dwa powyżej i dwa poniżej myśliwca przechwytującego). Kąty obserwacji radaru wynoszą +1- 70° w azymucie, 70° do góry i 60° do dołu. Maksymalny zasięg poszukiwania celu wynosi 180 km (dla celu o efektywnej powierzchni odbicia 19 m^2 w przedniej półsferze), zasięg automatycznego śledzenia celów 120 km; dla tylnej półsfery te wartości wynoszą odpowiednio 90 i 70 km. Zasięg wykrywania celu o powierzchni odbicia 3 m^2 (samolot myśliwski) w przedniej półsferze wynosi 120 km, zasięg śledzenia - 90 km. Zasięg wykrywania celu o powierzchni odbicia 0,3 m^2 (rakieta manewrująca) wynosi 65 km.

Radar ze skanowaniem elektronicznym podniósł na nowy poziom wymagania wobec prędkości przekazywania i przetwarzania informacji. Dla sprostania tym wymaganiom w Zasłonie po raz pierwszy zastosowano multipleksowy przekaz sygnału po falowodach oraz obróbkę danych przez cyfrowy komputer Argon-15.

Uzupełnieniem radaru jest termonamiernik 8TK prowadzący skrytą (pasywną) obserwację przestrzeni powietrznej, a także celowanie przy strzelaniu z pocisków kierowanych na podczerwień R-40T oraz R-60. Kąt widzenia termonamiernika 8TK wynosi po 60° w poziomie oraz +6/-13° w pionie- Odległość wykrycia samolotu myśliwskiego lecącego bez dopalacza wynosi około 40 km (z tylnej półsfery). Termona-

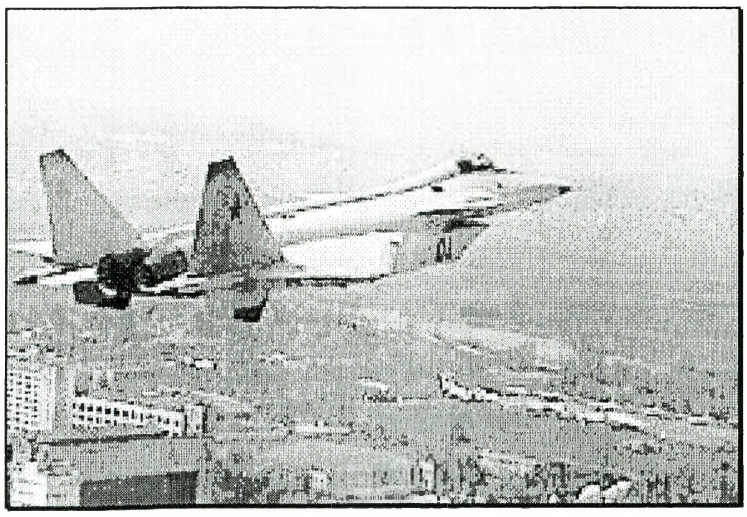
miernik współpracuje z radarem i może otrzymać od niego wstępne wskazanie celu. Typowym sposobem pracy wszystkich rosyjskich myśliwców działających w systemie obrony powietrznej kraju jest tzw. komendowe naprowadzanie na cel. Samolot znajduje się wtedy pod całkowitą kontrolą ziemi i jest zdalnie naprowadzany na cel przez naziemny system Wozduch-1Mlub Łucz-2. Naziemne radary nieprzerwanie śledzą cel i przekazują pilotowi myśliwca komendy do wykonania. Dopiero w końcowej fazie ataku, gdy myśliwiec został wyprowadzony na dogodną pozycję do ataku, pilot przejmuje inicjatywę, włącza radar pokładowy i odpala rakiety. Do odbioru i dekodowania komend z naziemnych systemów naprowadzania MiG-31 otrzymał wspomnianą aparaturę 5U15K. Jednakże MiG-31 miał operować w regionach, gdzie nie ma ciągłego pola radiolokacyjnego ani systemów radionawigacji, wobec czego nie da się tam zrealizować takiego scenariusza. Dlatego MiG-31 jako pierwszy myśliwiec przechwytujący w ZSRR nie wymaga ciągłej pomocy z ziemi i może pracować półautonomicznie, gdy wskazanie celu z ziemi jest okresowe lub nawet jednorazowe. System Zasłon wypracowuje wtedy samodzielnie komendy do poszukiwania celu.

Możliwości w działaniach półautonomicznych są większe, gdy samoloty operują w grupie. Przy tym sposobie działań cztery samoloty MiG-31 lecą aparatura odstępach do 200 km, a ich pokładowe stacje radiolokacyjne przeszukują łącznie pas o szerokości do 800-900 km. Współpracę samolotów w grupie umożliwia automatyczna aparatura wymiany informacji APD-518 (apparatura pieredaczi dannych) oraz urządzenie określenia wzajemnego położenia Radykał OWK (opriedielenije wzaimnych koordinat), dzięki którym na wskaźniku sytuacji taktycznej w kabinie operatora MiG-31 znajdują się informacje o położeniu zarówno wszystkich myśliwców grupy, jak i wszystkich wykrytych przez nie celów. Z pokładu lidera grupy organizowane jest ugrupowanie bojowe, rozdzielanie celów między samolotami przechwytującymi, a także koordynowanie działań kilku grup. Cel wykryty przez jeden samolot może być, w razie potrzeby, ostrzelany przez inny MiG-31. Lider może także prowadzić grupę samolotów innych typów, w tym myśliwców zdolnych do prowadzenia manewrowej walki powietrznej (urządzenia umożliwiające taką współpracę mają być, na przykład, zastosowane na zmodernizowanych myśliwcach MiG-29SMT)[57].

---

[57] Gruszczyński J., Rybak E.F.: *Tendencje rozwojowe współczesnych taktycznych samolotów wielozadaniowych w Stanach Zjednoczonych i Europie Zachodniej,* Nowa Technika Wojskowa 3/2001.

Kolejny, po samolocie i systemie kierowania uzbrojeniem, element "kompleksu przechwytywania" S-155M to pocisk powietrze-powietrze dużego zasięgu K-33. Pocisk rakietowy K-33 posiada kombinowany układ naprowadzania. W pierwszej fazie lotu pocisk prowadzi autopilot, następnie włącza się półaktywny radiolokacyjny układ naprowadzania. Półaktywną (a więc prostszą od aktywnej) głowicę naprowadzania można było wykorzystać dzięki zdolności radaru Zasłon do quasi-ciągłego podświetlenia celu. Zasłon umożliwia jednoczesne naprowadzanie czterech rakiet K-33 na cztery cele wybrane z dziesięciu śledzonych przez radar[58]. Ponadto, możliwe jest jednoczesne naprowadzanie w tej samej przestrzeni kilku pocisków rakietowch wystrzelonych z kilku różnych myśliwców.



Rys. 2.7. MiG MFI

K-33 może zwalczać pod dowolną sylwetką cele lecące na wysokości od 25-50 m do 26-28 km z prędkością do 3000 km/h, manewrujące z przeciążeniem do 4 g. Cel może znajdować się do 10 km powyżej lub poniżej samolotu myśliwskiego. Zasięg maksymalny pocisku wynosi 120 km. Głowica odłamkowo-burząca ma masę 47 kg, odłamki rozlatują się dookrężnie. Zapalnik jest aktywny radiolokacyjny. Podawane przez producenta prawdopodobieństwo zniszczenia celu wynosi 0.6-0.8. Pocisk ma konwencjonalny układ aerodynamiczny z długimi i wąskimi skrzydłami oraz składanym usterzeniem (w celu podwieszenia rakiet w połowie zagłębionych w kadłubie), masę startową 490 kg, długość 4,150 m, średnicę 380 mm i rozpiętość 1180 mm.

---

[58] Pocisk został opracowany przez zespół Wympieł (byłe OKB-134), początkowo pod kierunkiem W. Żurawlewa, a od 1976 L do dziś - Jurija Zacharowa. Po raz pierwszy próbnie odpalono K-33 w 1975 r. z latającego laboratorium na bazie samolotu pasażerskiego Tu-104, a z MiG- 31 wystartowała ona po raz pierwszy w 1978 r.,

K-33 jest dedykowana dla MiG-31 i nie jest w nią uzbrojony żaden inny typ samolotu. Cztery K-33 są podwieszane w dwóch parach jedna za drugą pod kadłubem samolotu. Rakieta jest najpierw odstrzeliwana spod kadłuba samolotu w dół przez belki katapultowe AKU-410, a dopiero potem włącza się jej silnik. Oprócz K-33, MiG-31 przenosi pod skrzydłami dwa pociski średniego zasięgu R-40TD lub cztery małego R-60M. W owiewce na prawym boku kadłuba znajduje się sześciolufowe działko GSz-6-23 (9JeJu) kalibru 23 mm z zapasem 260 naboi[59].

Samolot posiada instalację pobierania paliwa odporną na nagrzewanie konstrukcji w locie z prędkością bliską 3 Ma. W samolocie konstruktorzy wprowadzili zmiany umożliwiające pilotowi przebywanie w powietrzu do 10 godzin: pulsującą poduszkę na fotel, pojemnik na mocz oraz zupę i soki w tubach rozgrzewanych do 40°C[60].

Dla samoobrony na MiG-31B zamontowano wyrzutniki pułapek UW-3A. Znacznym ulepszeniom poddano systemy wymiany informacji. Zasięg wskazywania celów z ziemi zwiększył się czterokrotnie. Dodatkowo MiG-31B przekazuje dane o wykrytych przez siebie celach na ziemię (przedtem było to możliwe tylko między samolotami) co umożliwia ich ostrzelanie przez rakiety przeciwlotnicze. Modernizacja komputera nawigacyjnego oraz instalacja radiotechnicznego systemu dalekiej nawigacji A- 723 Kwitok-2, a później także GPS, zdecydowanie poprawiły niezawodność nawigacji w wysokich szerokościach geograficznych, czyli tam gdzie jest to najbardziej potrzebne MiGowi-31[61].

---

[59] Próby całości kompleksu przechwytywania S-155M rozpoczęto w maju 1977 r. 15 lutego 1978 r. pilot Awiard Fastowiec z nawigatorem Walerym Zajcewem po raz pierwszy w świecie przeprowadzili eksperyment z jednoczesnym śledzeniem 10 celów przez radar Zasłon. Samolot leciał na wysokości 5 km, pięć celów było poniżej niego (na wysokościach od 1400 do 2600 m) i pięć powyżej (od 8400 m do 9600 m). W tym samym roku amerykański satelita rozpoznawczy zaobserwował zestrzelenie celu ćwiczebnego klasy pocisku manewrującego lecącego na wysokości 60 m z odległości 20 km przez rakietę wystrzeloną ze "zmodyfikowanego MiG-25" lecącego na wysokości 6000 m

[60] W toku prób nie obeszło się bez wypadków. 20 września 1979 r. P. Ostapienko i L. Popow pomyślnie katapultowali się po awarii silnika na pierwszym samolocie seryjnym ,,011" (łopatki sprężarki nie wytrzymały obciążeń).

W locie doświadczalnym 4 kwietnia 1984 r. na samolocie ,,201" (pierwszy samolot drugiej serii) zginęli A. Fiedotow i W. Zajcew. W locie tym nastąpiła awaria paliwomierza, który zaczął pokazywać, że paliwo się kończy. Wobec tego Fiedotow starał się jak najszybciej wrócić na lotnisko i wykonał ostry zakręt. Jednak w rzeczywistości zbiorniki paliwa były pełne, a samolot znacznie cięższy niż przewidywał pilot. Zakręt skończył się przeciągnięciem i zwaleniem się samolotu na skrzydło, piloci katapultowali się o sekundę za późno.

[61] W czasie prób Roman Taskajew przeleciał na MiG-31 jako na pierwszym radzieckim samolocie myśliwskim nad Biegunem Północnym.

Najbardziej zaawansowanym rosyjskim samolotem generacji „4+" jest Su-37, oblatany 2 kwietnia 1996 r. Jest to modernizacja Su-27M (Su35) zawierająca kilka najważniejszych rozwiązań przygotowanych dla samolotu MiG MFI. Zostaną omówione jego walory manewrowe i bojowe, ponieważ samolot stanowi współcześnie, a zapewne będzie obrazował jeszcze wiele lat, szczytowe osiągnięcia w dziedzinie aerodynamiki i sterowania. Samolot posiada układ aerodynamiczny z przednim usterzeniem poziomym, sterowany wektor ciągu, nowy radar NO11 M z anteną ze skanowaniem fazowym, nowe uzbrojenie, nową kabinę z kolorowymi wielofunkcyjnymi monitorami ciekłokrystalicznymi oraz bocznym drążkiem sterowym.

Wnioski

Współczesny rozwój samolotów *stealth* jest bardzo dynamiczny. Zarysowane kierunki rozwoju tych maszyn wskazują jednoznacznie, że w najbliższych dekadach trend ten zostanie zachowany, a nawet ulegnie dalszemu przyśpieszeniu. Do lotnictwa bombowego i rozpoznawczego dołączyło szerokim frontem lotnictwo myśliwskie, które przejęło palmę pierwszeństwa w dziedzinie technologii *stealth*.

Pojawiło się także wiele nowych aspektów technologii *stealth*. W perspektywie 2025 powszechnie będą stosowane celowniki radiolokacyjne z anteną ze skanowaniem fazowym i elektronicznie kształtowaną wiązką o obniżonej wykrywalności, sprzężone z termowizorami. Ich uzupełnieniem będą pasywne stacje ostrzegawcze o znacznie zwiększonych możliwościach. Komputerowe metody projektowania w połączeniu z aktywnymi układami sterowania pozwolą budować maszyny o najbardziej wyszukanych i niekonwencjonalnych kształtach, charakteryzujące się przy tym bardzo dobrymi właściwościami manewrowymi.

Samoloty *stealth* spowodują redukcję odległości ich wykrycia zarówno przez radary wstępnego poszukiwania jak i śledzenia oraz prowadzenia ognia. Spowoduje to z kolei kurczenie się przestrzeni powietrznej, która jednocześnie może być efektywnie kontrolowana i zarazem efektywnie broniona. W ślad za tym, konsekwencją pojawiających się „dziur" w informacyjnym pokryciu zintegrowanego systemu OP mogą być „korytarze", które przeciwnik, po rozpoznaniu, może z powodzeniem wykorzystać w celu podejścia do zamierzonych obiektów ataku. Sugeruje to, że najprostszym, chociaż nie najtańszym sposobem, rozwiązania tego problemu będzie wzrost liczby elementów naziemnych oraz powietrznych systemów wykrywania i naprowadzania. Dodatkowo w obawie przed samolotami *stealth* przeciwnika własna obserwa-

cja przestrzeni powietrznej będzie prowadzona wielospektralnie i obok stacji radiolokacyjnych obejmie miedzy innymi radary laserowe, termolokatory, namierniki akustyczne itp.

Wydaje się, że kluczem do wykrycia samolotu *stealth* jest użycie systemów wykrywania i atakowania pracujących na różnych częstotliwościach lub, co może ważniejsze, mogących pracować w jak najszerszym spektrum fal elektromagnetycznych. Do skutecznych działań, przeciwko samolotom *stealth* potrzebny jest również lekki i tani, oraz przystosowany do walki w zintegrowanym systemie OP - myśliwiec. Czas „samotnych wojowników" takich jak ciężkie myśliwce F-14 Tomcat, Tornado FMK 3 czy MiG-25 mija chyba bezpowrotnie. Przesądza o tym przede wszystkim, wspomniane już „kurczenie się" przestrzeni powietrznej możliwej do skontrolowania z pokładu pojedynczego samolotu, jak i wzrost roli zewnętrznych środków zabezpieczenia informacyjnego (łącznie z satelitarnym) w odniesieniu sukcesu w walce.

W najbliższych latach należy oczekiwać istotnych zmian w sposobach wykorzystania lotnictwa *stealth*. Po pierwsze zmaleje rola walk powietrznych na dużych odległościach. Będzie to wynikiem niemożliwości wykrywania obiektów *stealth* na takich dystansach. Walka rozegra się najpierw w technice i technologii. Ten kto w wyścigu tym zostanie w tyle, stanie się w tej konfrontacji przegranym. Oznacza to, że strona przodująca technologicznie będzie się starała rozstrzygnąć wynik starcia powietrznego nim przeciwnik będzie miał możliwość oddziaływania ogniowego.

Konfrontacji stron o podobnym zaawansowaniu technologicznym *stealth* będzie miała charakter bliskich walk manewrowych. Rozpoczęte walki na średnich odległościach szybko będą przeradzać się w pojedynki manewrowe. Każda walka powietrzna będzie poprzedzana mozolnym i wielospektralnym pozyskiwaniem wiedzy o przeciwniku. Pełna i terminowa informacja o sytuacji w powietrzu będzie z reguły przesądzać o wyniku każdego starcia, da bowiem jednej ze stron inicjatywę, która jest kluczem do zaczepnego charakteru działań (narzucenie swojej woli) i w efekcie zwycięstwa.

2.1.2. Rozwój konstrukcji płatowców i wysoka manewrowość

W dziedzinie konstrukcji płatowców wyraźnie rysują się dwa kierunki. Pierwszy to podporządkowanie kształtu i materiałów konstrukcyjnych wymaganiom technologii *stealth*. Idzie za tym obniżenie efektywności aerodynamicznej samolotu, brak sta-

teczności aerodynamicznej i konieczność stosowania aktywnych systemów stabilizacji samolotu i wspomagania w tym zakresie pilota. Uzyskiwanie dobrych własności manewrowych jest w tym przypadku możliwe głównie poprzez sterowanie wektorem ciągu, w mniejszym stopniu z wykorzystaniem doskonałości aerodynamicznej skrzydła i płatowca. Zgodnie z tymi założeniami zostały zaprojektowane samoloty F-22 *Raptor* i JSF F-35 oraz MiG MFI. Drugi kierunek zakłada dążenie do uzyskania najwyższej z możliwych doskonałości aerodynamicznej skrzydła i kadłuba samolotu oraz wspomaganie sterowania aerodynamicznego wektorowaniem ciągu. Aktywne sterowanie zastosowane również do wspomagania pilota podczas pilotowania ma na celu uwolnienie go od konieczności śledzenia ograniczeń pilotażowych i zapobieganie wprowadzeniu samolotu na zakresy krytyczne. Reprezentantami tego kierunku są samoloty Su-27 z kolejnymi wersjami rozwojowymi, MiG-29 i Rafale.

Wielozadaniowy **Su-27M** (Su-35 i Su37) i uderzeniowy Su-27IB (Su-32FN i Su-34), to samoloty posiadające nowy kształt aerodynamiczny, typowy dla samolotów mających manewrować w locie z prędkością poddźwiękową, nazwany przez Rosjan bardzo zresztą celnie- „trzypłat tandem" (dla samolotu manewrującego przy prędkości naddźwiękowej korzystniejszy jest układ "kaczka", przyjęty dla myśliwca MFI). Przednie usterzenie poziome włączone jest w układ sterowania samolotu i wychyla się w zakresie -50/+ 10° Przednie usterzenie spełnia kilka funkcji Przede wszystkim, dwa silne wiry odchodzące z jego końców zdmuchują grubą warstwę przyścienną tworzącą się na skrzydle w strefie rozmieszczenia klapolotek, a tym samym zdecydowanie poprawiają charakterystykę stateczności poprzecznej przy dużych kątach natarcia. Wiry te zapobiegają utracie siły nośnej przy silnym manewrowaniu oraz likwidują drgania występujące w tym zakresie lotu, przeszkadzające w pilotowaniu i celowaniu. Przednie usterzenie poziome przesuwa do przodu środek parcia, a tym samym powiększa statyczną niestateczność samolotu czyli poprawia zwrotność W locie przy silnej turbulencji powietrza na małej wysokości usterzenie to spełnia rolę pasywnego i aktywnego tłumika drgań.

Dalszą poprawę zwrotności Su-27M osiągnięto przez zastosowanie cyfrowego układu sterowania czynnego we wszystkich trzech kanałach (w Su-27 jest układ analogowy, sterowanie czynne jest jedynie w kanale podłużnym). Fotel pilota jest bardziej pochylony (do 30) oraz bardziej miękki, przystosowano go specjalnie do wykonywania lotów długotrwałych. Pilot otrzymał nowy ubiór kompensacyjny PPK-15.

Obecnie jednak nawet ten nowy układ aerodynamiczny płatowca przestał wystarczać. Pozwolił on samolotom myśliwskim osiągać kąty natarcia do, około 30°, ale przed myśliwcem piątej generacji postawiono zadanie znacznie trudniejsze Ma on zachować sterowność przy kątach natarcia 60-70° (tzw. supermanewrowość) oraz być zdolnym do krótkotrwałego wyjścia na kąty natarcia 100-120° z zachowaniem stateczności, choć bez sterowności (tzw. hipermanewrowość).

Rys. 2.8. Samolot Su-27M

Osiągnięcie supermanewrowości jest niemożliwe bez użycia sterowania wektorem ciągu, wobec czego dla nowych samolotów myśliwskich, zarówno MFI, jak i ostatecznych wersji Su-27 i MiG-29, przewidywane jest użycie silników z ruchomymi dyszami. Nawet niewielkie wychylenie dyszy (Rosjanie przyjęli dla seryjnego silnika wielkość 15) tworzy znaczny moment obrotowy bez zauważalnych strat ciągu. Zgodne wychylenie dysz dwóch silników pozwala sterować samolotem w kanale podłużnym, zaś różnicowe - w kanałach poprzecznym i kierunkowym. Ponadto, przy wychyleniu wektora ciągu tworzy się dodatkowa supercyrkulacja strug powietrza wokół skrzydła i znacznie zwiększa się siła nośna przy dużych kątach natarcia. Sterowanie wektorem ciągu pozwala uzyskać dużą zwrotność przy skrajnie małych prędkościach lotu, gdy stery aerodynamiczne tracą skuteczność.

Su-37 ma docelowo otrzymać dwa silniki AL-37FU (forsaż, uprawlajemoje sopło) konstrukcji zespołu Saturn, których ruchome dysze wychylają się po 15° w górę i w dół. Dysze silników stanowią element aktywnego cyfrowego układu sterowania samolotem. Komputer optymalizuje wychylenie poszczególnych powierzchni stero-

wych (usterzenia, klapolotek, przedniego usterzenie poziomego, klap przednich oraz dysz silników) w zależności od położenia, prędkości, wysokości lotu itp. W kabinie pilota nie ma więc oddzielnego przyrządu sterowania ruchem dysz silników. Dysza silnika AL-37FU jest poruszana hydraulicznie. Istnieje także awaryjny układ pneumatyczny służący do natychmiastowego ustawienia dyszy w położenie neutralne w razie wystąpienia jakiejkolwiek usterki.

Jednakże dla Su-35 i Su-37 równie ważny, jak własności manewrowe jest potencjał systemu uzbrojenia. System kierowania uzbrojeniem RŁPK-27 z radarem NO11 pozwala śledzić cele powietrzne i naziemne, wykonywać automatyczne omijanie i przelatywanie nad przeszkodami terenowymi, kartografowanie powierzchni ziemi, wykrywanie i naprowadzanie rakiet na cele nieruchome (np. śmigłowce w zawisie) NO11 może równocześnie śledzić co najmniej 15 celów powietrznych i na 4-6 z nich naprowadzać rakiety. Zasięg wykrycia celu o skutecznej powierzchni odbicia 2 m^2 wynosi 80-100 km w przedniej półsferze i 30-40 km w tylnej[62].

Najnowszą tendencją w rosyjskich radarach lotniczych jest użycie anten z elektronicznym skanowaniem fazowym (taką konstrukcję ma również radar NO14 dla samolotu MiG MFI). Największą zaletą radarów z anteną z elektronicznym skanowaniem fazowym jest bardzo krótki czas przeszukiwania przestrzeni powietrznej, liczony w milisekundach, co daje quasi-ciągłe opromienienie celu. To umożliwia jednoczesne naprowadzanie rakiet kierowanych powietrze-powietrze na kilka celów bardzo od siebie oddalonych, np. jeden lecący tuż nad ziemią, a drugi na wysokości 30000m. Su-37 otrzymał radar N011M, będący odmianą NO11 z anteną ze skanowaniem fazowym.

Dla Su-37 oferowany jest radar Żuk-F z anteną ze skanowaniem fazowym. Ma on mieć zasięg wykrywania celów powietrznych o skutecznej powierzchni odbicia 3 m^2 równy 140 km (po wymianie procesora sygnałów do 183 km) w przedniej i 60 km w tylnej półsferze. Sektor elektronicznego skanowania w azymucie wynosi 60°, ponadto antena jest poruszana mechanicznie w podobnym zakresie - czyli łącznie radar może „widzieć" do 120° w bok.

Ciekawym rozwiązaniem przewidzianym dla MiG MFI i obecnie zastosowanym na Su-35 i Su-37 (a być może także na MiG-35) jest druga stacja radiolokacyjna,

---

[62] Według oficjalnej informacji OKB Suchoja zasięg radaru wynosi 400 km dla celów powietrznych i 200 km dla celów naziemnych, najprawdopodobniej liczby te dotyczą celów o dużej skutecznej powierzchni odbicia, to jest samolotu typu AWACS i dużego okrętu wojennego.

przeznaczona do obserwacji tylnej półsfery i zamontowana w żądle pomiędzy silnikami. Na samolocie Su-35/Su-37 jest to niewielka stacja NO12, która może także służyć do celowania odpalanymi do tyłu rakietami powietrze-powietrze R-73 lub R-77.

Su-35/Su-37 zabiera osiem ton uzbrojenia na 14 wysięgnikach. Przenosi wszystkie rosyjskie rakiety powietrze-ziemia o zasięgu do 250 km oraz wszystkie rakiety powietrze-powietrze. Najbardziej niezwykłym uzbrojeniem jest ciężka rakieta przeciwokrętowa 3M80 Moskit, pocisk manewrujący *stealth* Ch-65S oraz hiperdźwiękowa rakieta aerobalistyczna Ch-15P, a także rakieta powietrze-powietrze KS-172 (AAM-L).

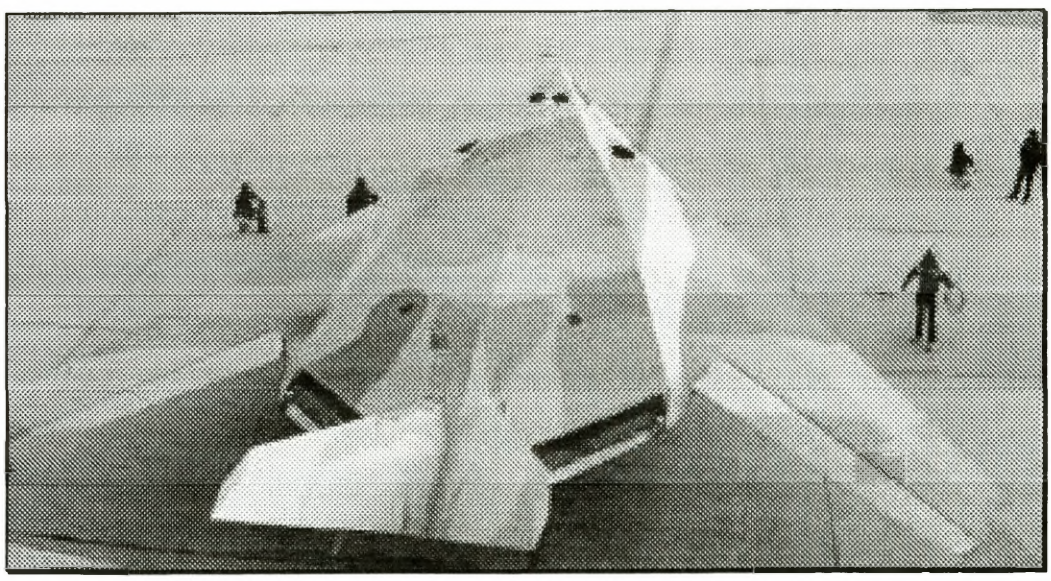
Łącznie Su-30MK zabierać będzie do 8000 kg uzbrojenia przy maksymalnej masie startowej 34000 kg Samolot osiąga prędkość 2125 km/h na dużej oraz 1350 km/h na małej wysokości, oraz zasięg maksymalny 3000 km, który przy jednokrotnym tankowaniu w powietrzu może się wydłużyć do 5200 km.

Wnioski

W perspektywie 2025 roku dążeniem konstruktorów będzie stosowanie takich układów konstrukcyjnych i napędów, które zapewnią wysoką manewrowość samolotów przy zachowanych cechach utrudnionej wykrywalności. Będzie to możliwe głównie w drodze doskonalenia sterowania i unowocześniania napędów. W efekcie dla najbardziej perspektywicznych samolotów osiągalne staną się ciągi silników powyżej 100 kN - bez użycia dopalania i sterowanie wektorem ciągu. To z kolei umożliwi długotrwałe loty samolotów z prędkością naddźwiękową, tj. 1,4-1,6 Ma.

Dostępne dane potwierdzają, że rozwój turbinowych silników odrzutowych nadal będzie zmierzał do minimalizacji masy i zużycia paliwa, ograniczenia ich hałaśliwości i toksyczności spalin. Najprawdopodobniej zostanie upowszechniona zasada produkcji modułowej, co znacznie skróci czas przestojów, np. w razie konieczności wymiany sprężarki (na skutek zużycia erozyjnego jej łopatek czy uszczelnień kadłubowych), gdyż wymiana modułu będzie się odbywać na lotnisku eksploatacyjnym, a nie w zakładzie remontowym. Przyczyni się to do ostatecznej rezygnacji z kosztownego i zawodnego systemu resursów godzinowych i kalendarzowych na rzecz uproszczonej zasady eksploatacji według stanu technicznego. Zwiększy się przez to radykalnie bezpieczeństwo latania, łatwość i niezawodność działania silników.

Wszechstronny rozwój elektroniki oraz techniki komputerowej spowodował zasadnicze zmiany w podejściu do problemu sterowania pracą silnika. Pojawienie się komputerów o dużych możliwościach operacyjnych było sposobnością do włączenia systemu sterowania pracą silnika do cyfrowego systemu sterowania samolotem. Do niedawna oba te systemy były rozwijane autonomicznie, jednakże w najnowszej generacji samolotów pojawia się konieczność stosowania jednego cyfrowego systemu sterowania samolotem. W wypadku zastosowania dyszy sterującej wektorem ciągu konieczność taka staje się oczywista. Oczekuje się, że zintegrowanie sterowania silnikiem z systemem sterowania samolotem doprowadzi do wzrostu siły ciągu o 5-10% przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia paliwa o około 15%.



Rys. 2.9. Dysze wylotowe silników samolotu F-117 Night Hawk

Spodziewane są też zmiany konstrukcji głównych dysz wylotowych, polegające na zmianie ich kształtu z osiowosymetrycznego na dwuwymiarowy prostokątny. Stosowanie płaskich dysz, które w położeniu odpowiadającym pracy silnika bez dopalania wydatnie zmniejszą od tyłu kąt widzenia gorącego strumienia gazów wylotowych, jest jednym z intensywniej rozwijanych kierunków badań. Oprócz ewidentnych korzyści, takich jak zwiększenie manewrowości samolotu oraz skrócenie drogi startu i lądowania, zastosowanie omawianej dyszy przyczyni się też do zmniejszenia oporu aerodynamicznego samolotu i zmniejszy skuteczną powierzchnię odbicia radiolokacyjnego.

Płatowiec przyszłościowego samolotu bojowego nadal będzie stanowił kompromis między właściwościami aerodynamicznymi gwarantującymi odpowiednie charakterystyki lotne a minimalną masą zdefiniowaną przez wytrzymałość i sztywność konstrukcji. Na obecnym etapie rozwoju techniki lotniczej zmniejszenie masy płatowca uzyskuje się głównie przez zastosowanie aktywnego sterowania obciążeniem samolotu (głównie skrzydeł), dobór optymalnych układów wytrzymałościowych oraz szersze stosowanie nowych materiałów konstrukcyjnych.

Płatowiec samolotu, podobnie jak pozostałe systemy, będzie wykonany jako modułowy. Umożliwi to uproszczenie remontu przez wykonywanie go nie w zakładach remontowych, lecz w bazach, a także modyfikowanie samolotu w zależności od bieżących potrzeb przez wymianę całych zespołów. Zasadniczy wpływ na jego kształt i bryłę ma uwzględnienie wymagań technologii *stealth* celem zminimalizowania skutecznej powierzchni odbicia radiolokacyjnego. Zachowanie odpowiedniego kształtu prowadzi w konsekwencji do uczynienia samolotu maksymalnie gładkim i jednocześnie krzywoliniowym zarówno w widoku z boku, jak też z przodu i z tyłu. Dzięki rozpowszechnieniu komputerowych aktywnych układów sterowania, zapewniających sztuczną stateczność i sterowność, istnieje możliwość zmniejszenia powierzchni stateczników zarówno poziomych, jak i pionowych poniżej wartości zapewniających naturalną stateczność. Aktywne układy sterowania nie tylko będą spełniały wymienione wyżej funkcje, ale również zostaną włączone do manewrowej obrony przeciwrakietowej samolotu.

W perspektywie 2025 roku wzrośnie znacznie zastosowanie materiałów kompozytowych w konstrukcji samolotów, będą stosowane ekonomiczne zespoły napędowe, a awionika będzie stanowić zintegrowany system odbioru i projekcji w kabinie informacji niezbędnej załodze do pilotowania, kontrolowania stanu samolotu i prowadzenia walki powietrznej.

2.1.3. Pokładowe urządzenia nawigacyjno-celownicze

Zintegrowane systemy pokładowe samolotów

Rozwój komputerów pokładowych o dużej mocy obliczeniowej i dużej pamięci, a także multipleksowych sieci przesyłania danych sprawił, że proste systemy celownicze wyparte zostały przez systemy celowniczo-nawigacyjne. Umożliwiają one jednoczesne wykorzystanie uzbrojenia oraz kompleksowe rozwiązanie zadań nawiga-

cyjnych. Dwa zadania mogą być wykonywane przez jeden system dzięki zastosowaniu tych samych czujników, połączeniu algorytmów oraz uogólnieniu aparatu matematycznego. Dane informujące o położeniu statku powietrznego w przestrzeni, o wektorach jego prędkości i przyspieszenia oraz położeniu kątowym, wykorzystywane są przy rozwiązywaniu zadań związanych z wykorzystaniem uzbrojenia, w algorytmach balistycznych, algorytmach celowania, naprowadzania statku powietrznego do punktu wykorzystania uzbrojenia, sterowania urządzeniami obserwacyjnymi. Do korekcji danych nawigacyjnych na trasie lotu statku powietrznego wykorzystywane są dane pochodzące z urządzeń obserwacyjnych.

System celowniczo-nawigacyjny sprzężony jest z systemem pilotażowo-nawigacyjnym podczas sterowania lotem samolotu na jego trasie, a w czasie atakowania celu z systemem przygotowania i uruchomienia uzbrojenia oraz z pokładowymi systemami uzbrojenia.

Dzięki systemom celowniczo-nawigacyjnym możliwe jest zwiększenie zakresu wykorzystania współczesnych samolotów, zautomatyzowanie procesów sterowania, podwyższenie dokładności użycia lotniczych środków rażenia. Przy współpracy z systemem pilotażowym oraz systemem sterowania uzbrojeniem, system celowniczo-nawigacyjny samolotów myśliwskich zapewnia strzelanie, odpalanie kierowanych pocisków rakietowych na dowolnych krzywoliniowych trajektoriach lotu statku powietrznego oraz zapewnia skuteczne bombardowanie. Stwarza on także możliwość manewrowania statkiem powietrznym po odpaleniu kierowanych pocisków rakietowych z jednoczesny „oświetlaniem" celu promieniowaniem radiolokacyjnym lub laserowym.

W najnowocześniejszych samolotach myśliwskich system nawigacyjno-celowniczy zastąpiony został przez zintegrowany system pokładowy. System ten między innymi integruje w sobie zadania nawigacji, pilotażu, użycia uzbrojenia, pokonania obrony przeciwlotniczej przeciwnika, kierowania działaniem grupy bojowej, diagnostyki urządzeń pokładowych. Dzięki funkcjonalnym i konstrukcyjnym połączeniom oddzielnych systemów, urządzeń i przyrządów konstruktorzy mogli obniżyć masę wyposażenia, zwiększyć jego niezawodność i efektywność. Do podstawowych elementów zintegrowanego systemu pokładowego, wykorzystywanych w procesie celowania, współczesnych samolotów myśliwskich zaliczyć należy komputer pokła-

owy, radar pokładowy, optoelektroniczne urządzenie lokacyjne oraz wskaźniki zorazowania informacji pilotażowej, taktycznej i celowniczej.

Komputer pokładowy jest głównym elementem struktury zintegrowanego systemu pokładowego. Do jego zadań należy między innymi:

- sterowanie i kontrola elementów składowych systemu;
- zbieranie i przetwarzanie danych wprowadzanych przez nadajniki informacji;
- realizacja nawigacyjnych i celowniczych algorytmów obliczeniowych;
- generowanie funkcji graficznych dla urządzeń zobrazowania.

Zadania te realizowane są w większości w czasie rzeczywistym. Centralny omputer pokładowy jest zazwyczaj urządzeniem wieloprocesorowym, o charakterytycznej architekturze, która zapewnia bardzo dużą szybkość działania. Posiada on odułową konstrukcję, specjalne układy samokontroli oraz odpowiednie interfejsy. ajszersze zastosowanie mają komputery wyposażone w procesory 16-bitowe (architektura MIL-STD-1750A) oraz 32-bitowe o zredukowanym zestawie instrukcji typu ISC (architektura MIL-STD-1862). Procesory te adresują pamięci od 256 do 3000 B i mają szybkość działania od 1,2 do 3 mln operacji na sekundę. Komunikacja ięzy komputerem centralnym a pozostałymi elementami systemu zapewniona jest zięki wykorzystaniu interfejsu multipleksowanej magistrali danych. Zbudowana jest na zazwyczaj zgodnie ze standardem MIL-STD-1553B (wersja światowa MIL-STD-773), który określa wymagania co do dwukierunkowych magistral danych o przepustowości 1 miliona bitów na sekundę, umożliwiających łączenie ze sobą do 32 urządzeń końcowych.

Optoelektroniczne urządzenia lokacyjne

Optycznoelektroniczne urządzenia lokacyjne przeznaczone są do wykrywania, kacji oraz śledzenia celu z wykorzystaniem promieniowania podczerwonego IRST Infra-Red Search and Track). Coraz częściej wykorzystywane są one do termicznego odwzorowania rzeźby terenu, które umożliwia skryte podejście do celu TRS (Terain Reference System). Do optoelektronicznych urządzeń lokacyjnych zalicza się:

- urządzenia termowizyjne FLIR (Forward Looking Infra-Red);
- urządzenia telewizyjne TV i LLLTV (Low Light Level TV);
- urządzenia laserowe.

Urządzenia FLIR wykorzystują pasma fal elektromagnetycznych z zakresu 3 – 5 μm oraz 8 –12 μm. Sygnały wyjściowe z czujników IR (Infra-Red), po wzmocnieniu i obróbce, przekształcane są w standardowy sygnał telewizyjny (525 lub 625 linii w kadrze), który wraz z informacją celowniczo-nawigacyjną stanowi zobrazowanie jednego ze wskaźników samolotu (głównie HUD). Przy odpowiednim chłodzeniu detektora promieniowania IR (do temperatury -90° dla czujników pracujących w zakresie 3 – 5 μm lub -200° dla czujników z zakresu 8 –12 mμ), odwzorowanie termiczne skanowanego tła dokonywane jest z rozdzielczością dochodzącą do 0,8°C.

Urządzenia telewizyjne w postaci kamer o zmiennej ogniskowej wykorzystywane są w przypadku małego kontrastu cieplnego skanowanego terenu (jednorodnych temperatur) w warunkach wzrokowej widzialności celu (pasmo 0,38 – 0,76 μm),oraz przy dużej wilgotności powietrza.

Urządzenia laserowe wykorzystywane są najczęściej jako dalmierze oraz oświetlacze celów (laser range finder/target designator). Generatorami promieniowania impulsowego są układy wykorzystujące lasery z ciałem stałym oraz lasery gazowe. Bardzo często lotnicze urządzenia optoelektroniczne, wykorzystywane w procesie celowania i nawigacji, montowane są w podwieszanych zasobnikach. Dzięki odpowiedniej architekturze interfejsów zapewnione jest sprzężenie funkcjonalne podwieszanych zasobników z wbudowanym na stałe wyposażeniem pokładowym samolotu, przede wszystkim komputerem pokładowy oraz radarem.

Wskaźniki zobrazowania informacji celowniczej

Coraz wyższe wymagania stawiane współczesnym samolotom bojowym wymusiły zastąpienie stosowanych mechanicznych i elektromechanicznych urządzeń zobrazowania parametrów celowania przez wskaźniki nowej generacji. Najczęściej spotykanym kryterium klasyfikacji tych urządzeń jest ich umiejscowienie względem głowy pilota. Na tej podstawie wyróżnia się następujące ich rodzaje:

- wskaźniki kolimowane – HLD (Head Level Displays);
- wskaźniki przezierne – HUD (Head Up Displays);
- wskaźniki monitorowe - HDD (Head Down Displays);
- wskaźniki hełmowe – HMD (Helmet Mounted Displays).

Wskaźniki typu HUD zapewniają wizualną, wyliczoną informację o celu i sytuacji powietrznej, obserwowaną na tle realnego obrazu otoczenia zewnętrznego. Są

one lokalizowane na wprost przed pilotem, między jego głową a przednią szybą osłony kabiny samolotu. Początkowo przedstawiały one tylko informację celowniczą i służyły efektywności kierowania bronią. Następnie wprowadzono na ich ekrany informację pilotażową (przechylenie, pochylenie, prędkość, wysokość, wznoszenie, kąt natarcia, przeciążenie i inne)

Kierunki rozwoju systemów celowniczych

Najnowsza, czwarta już generacja wyposażenia pokładowego wciąż się rozwija. Wykorzystywanie mikroprocesorów i układów scalonych o bardzo dużej skali integracji VHISIC, zdeterminowało określone własności sprzętowe awioniki samolotu myśliwskiego, jego systemów celowniczych. Do własności tych należy zaliczyć modułowość, magistralowe połączenia międzymodułowe oraz mikroprogramowana organizacja sterowania.

Rozwój wielofunkcyjnych radarów pokładowych (zasadniczych urządzeń na pokładzie samolotu myśliwskiego) wykorzystywanych do poszukiwania, wykrywania i śledzenia celów powietrznych oraz naprowadzanie na nie kierowanych pocisków rakietowych nakierowany jest na:

- zwiększenie liczby wariantów wykorzystania radaru. W latach osiemdziesiątych radary posiadały 16 trybów pracy w zakresie powietrze-powietrze oraz 9 trybów w zakresie powietrze-ziemia, natomiast radary lat dziewięćdziesiątych charakteryzują się już ponad trzydziestoma trybami pracy;
- zwiększenie wytrzymałości i niezawodności działania radarów. Aktualnie średni czas pracy pokładowej stacji radiolokacyjnej do uszkodzenia wynosi od 400 do 500 godzin;
- zwiększenie prędkości działania procesorów odpowiedzialnych za właściwą pracę radaru. Dąży się do zwiększenia prędkości przetwarzanych operacji z 7 milionów do liczby 1 miliarda operacji na sekundę;
- zmniejszenie średnicy anteny;
- zwiększenie częstotliwości nośnej impulsów WCz (pasmo J-band);
- zmniejszenie w radarach istniejących mocy wyjściowej generatora promieniowania WCz.

Nowym kierunkiem rozwoju optoelektronicznych urządzeń lokacyjnych są lokatory laserowe. Porównując je z lokatorami radiolokacyjnymi, charakteryzują się one znacznie większą rozdzielczością. Natomiast w porównaniu z termolokatorami, urządzeniami typu FLIR dają one możliwość zobrazowania trójwymiarowego.

Znaczący wpływ na efektywną pracę pilota jako elementu zintegrowanego systemu pokładowego mają urządzenia wchodzące w skład systemu zobrazowania informacji w kabinie samolotu. Ciągłe doskonalenie i unowocześnianie różnego rodzaju wskaźników (coraz częściej zintegrowanych) ma na celu selekcję i zgrupowanie na jednym wskaźniku informacji istotnej z punktu widzenia realizowanego zadania oraz sytuacji taktycznej, pełniejsze spełnienie wymagań ergonomicznych, a także zwiększenie efektywności kierowania ogniem. We wskaźnikach przeziernych typu HUD, które głównie wykorzystywane są w procesie celowania dąży się przede wszystkim do zwiększenia ich pola widzenia, dokładności odwzorowania i odczytania symboli graficznych, dobrej widoczności symboli niezależnie od istniejących warunków atmosferycznych i pory doby. Rozwój wskaźników HUD nakierowany jest również na zapewnienie wysokiej komunikatywności wyświetlanej informacji oraz bardzo dobrych właściwości dynamicznych.

Nową tendencją w zakresie wizualizacji danych celowniczo-nawigacyjnych jest zastosowanie dodatkowego wskaźnika kolimowanego typu HLD, bezpośrednio poniżej ekranu wskaźnika przeziernego HUD. Ten nawy typ wskaźnika ma możliwość wyświetlania obrazu radarowego oraz mapy sytuacji taktycznej. W dziedzinie wskaźników typu HDD, bardzo intensywnie rozwijają się i są wdrażane nowe technologie zajmujące się konstrukcją układów panelowych (płaskich) wskaźników lotniczych. Te nowe wskaźniki budowane są w oparciu o wskaźniki ciekłokrystaliczne (LCD), cienkowarstwowe wskaźniki elektroluminescyjne (TFELD) oraz wskaźniki plazmowe (PD).

W perspektywie zakłada się również stosowanie zobrazowania nazywanego „Big Picture" (ang. duży obraz). Ta nowa koncepcja przewiduje zastosowanie szerokokątnego wskaźnika przeziernego typu HUD oraz wielkoformatowych wskaźników typu HDD o wymiarach 21,5x28 cm, charakteryzujących się sterowaniem poprzez dotykanie ekranu (ang. touch-screen display).

Rozwój współczesnych systemów zobrazowania związany jest ściśle z rozwojem celowników nahełmowych. Mają one coraz większy udział w procesie celowania

i rozwój ich nakierowany jest na zapewnienie możliwości celowania w dzień i w nocy dzięki układom, w których na typowe zobrazowanie informacji celowniczej nakładany jest obraz otoczenia oraz na doskonalenie, ulepszenie rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych w zakresie:

- generowania i przetwarzania obrazu,
- optyki,
- nahełmowych układów śledzących,
- ergonomii hełmu.

W celu prawidłowego wykonania zadania bojowego w powietrzu pilot zobowiązany jest do jak najlepszego przygotowania się na ziemi. Współcześnie rozwijają się systemy, programy bazujące na cyfrowych (zdigitalizowanych) mapach terenu i potężnych bazach danych, które w pełni pozwalają zautomatyzować proces przygotowania misji i zaproponować optymalną trasę lotu z jednoczesnym wyliczeniem wszystkich parametrów nawigacyjno-taktycznych.

Pilot dzięki rozwijającej się technice komputerowej może szybko poznać charakterystyczne punkty trasy, informacje mające wpływ na wykonanie zadania takie jak: usytuowanie linii styczności wojsk, rozmieszczenie stanowisk OPL przeciwnika i stref ich rażeni na różnych wysokościach lotu, rejony koncentracji wojsk, przeszkody terenowe oraz inne niezbędne dane.

Przykład samolotu *Rafale* wskazuje, że samoloty przyszłości będą wyposażane w elektrooptyczne systemy obserwacji i śledzenia *Optronique Secteur Frontal* (OSF). Służą one głównie do śledzenia celów powietrznych, we współpracy ze stacją radiolokacyjną – lub zamiast niej. Mogą być też wykorzystywane do obserwacji powierzchni ziemi, tak w celach nawigacyjnych, jak i celowniczych. OSF składa się z kamery telewizyjnej światła szczątkowego (z wykorzystaniem efektu sprzężenia ładunkowego – CCV), urządzenia do obserwacji w podczerwieni (zakres długości fali 8-12 μm), termowizora pasywnego (zakres długości fali 3-5 μm) oraz z bezpiecznego dla oczu dalmierza laserowego, mogącego dokonywać pomiaru odległości do celów powietrznych, jak i naziemnych. W sprzyjających warunkach system jest w stanie wykryć samolot przeciwnika z odległości do 80 km. Możliwe jest też jego pasywne śledzenie i nawet odpalenie dowolnych kpr „p-p" według wskazań OSF, przy wyłączonej stacji radiolokacyjnej. Jedynym urządzeniem, zdradzającym pracę systemu, jest laserowy dalmierz.

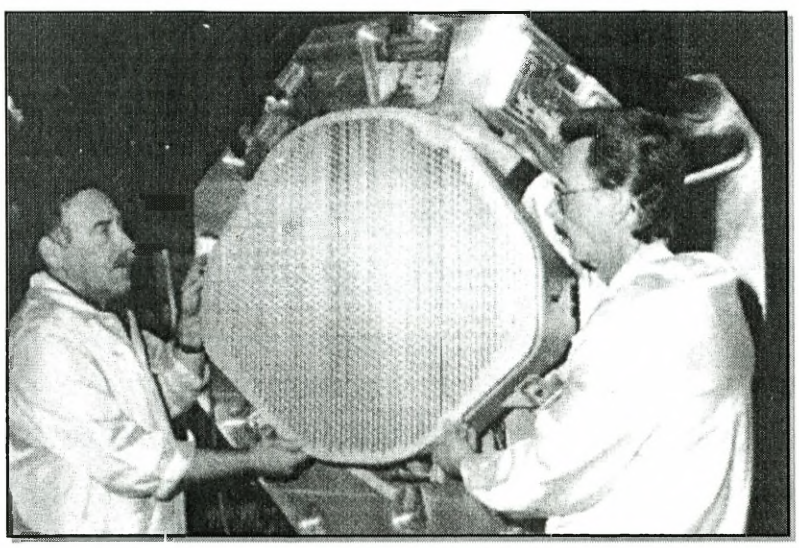
Systemy obserwacyjne przyszłości reprezentuje francuski zasobnik *Damocles*, który jest jeszcze w fazie opracowywania. Ma on dysponować zaawansowanym, trójzakresowym (kamera TV wykorzystująca sprzężenie ładunkowe /CCV/, urządzenie do obserwacji w podczerwieni, termowizor pasywny) systemem obserwacyjnym z układem ich elektronicznej stabilizacji i znacznym powiększeniu, co ma pozwolić na wykrywanie i śledzenie (automatyczne) celów naziemnych z odległości do 45 km. Urządzenia te mają też pracować w znacznym zakresie wysokości (do ponad 10 000 m), umożliwiając precyzyjną identyfikację celu z wysokości bezpiecznej (ponad zasięgiem działania wszystkich zestawów plot kierowanych w podczerwieni oraz radiolokacyjnych bliskiego i małego zasięgu, w tym *Osa* i *Tor*). Także i na tej wysokości ma działać stacja laserowa, podświetlająca cele dla uzbrojenia kierowanego laserowo. Stacja ta ponadto ma także realizować funkcję dalmierza w stosunku do innego uzbrojenia, a także wykrywać podświetlenie celu wiązką radiolokacyjną (kodowaną cyfrowo) z innych źródeł, np. naziemnych. *Damocles* ma mieć też zdolność do działania w przypadku pokrycia celu dymami i w warunkach ograniczonej przejrzystości powietrza. Z chwilą jego opracowania będzie to najbardziej zaawansowany technologicznie zasobnik tego typu, o większych możliwościach od obecnie przypuszczalnie najlepszego izraelskiego *Liteninga*.

Współczesne systemy planowania działań bojowych zmierzają do spełnienia zasady: wskaż cel, a system zrobi za ciebie resztę. Pilot wprowadza jedynie do komputera typ, położenie i nakazany stopień porażenia celu, rodzaj uzbrojenia oraz czas, w którym powinien znaleźć się nad celem. Komputer generuje w odpowiedzi automatycznie trasę lotu, punkty zwrotne na trasie lotu, zużycie paliwa na poszczególnych odcinkach lotu. Biorąc jako podstawę do obliczeń trasę lotu samolotu, prowadzącego grupę taktyczną i jego czasy pracy w rejonie celu, komputer, dla każdego biorącego udział w operacji samolotu, wylicza indywidualną marszrutę oraz konieczne odstępy czasowe, zapobiegające niebezpieczeństwu uszkodzenia dolatującego do rejonu celu samolotu odłamkami środków rażenia odpalonymi przez poprzednika. Gdy operacja jest gotowa zapisywana jest na specjalnej kasecie, która przed lotem wsuwana jest do czytnika komputera pokładowego. Współcześnie dąży się do zwiększenia dokładności planowania misji bojowych i wykorzystywanie tych wyliczonych zasobów do efektywniejszego wykonania zadania.

Ciągły postęp w zakresie informatyki prowadzi do szerokiego zastosowania w samolotach myśliwskich, w systemach celowniczych rzeczywistości wirtualnej. Dziedzina ta otwiera przed nami możliwość tworzenia przestrzennych, komputerowych obrazów, w których obserwator znajduje się niejako w środku wykonywanego zadania. Rzeczywistość wirtualna daje nowe możliwości systemom zobrazowania informacji w kabinie samolotu jak również pozwala pilotowi dokładnie przygotować się do zadania w powietrzu.

Radiolokatory pokładowe przyszłości

Wymagania techniczne na radiolokator pokładowy zakładają, że zasięg wykrywania obiektów o skutecznej powierzchni odbicia (SPO) 1 m^2 (pocisk rakietowy klasy *cruise* lub myśliwiec zbudowany w technologii *stealth*) powinien być równy 125-215 km. Badania pokazują, że dzięki zastosowaniu technologii aktywnej, skanowanej elektronicznie anteny (*active electronically scanned arra* - AESA) zasięg ten może być przekroczony o 15% -25%. Okazuje się, że radiolokator tej technologii uzyskuje zasięg ponad 200 km nawet w trybie zmniejszenia prawdopodobieństwa wykrycia nosiciela *(low-probability-of-intercept,* LPI). Tryb ten oznacza ograniczenie poziomu emisji elektromagnetycznej, co ma zasadnicze znaczenie dla samolotów budowanych zgodnie z zasadami *stealth*[63].

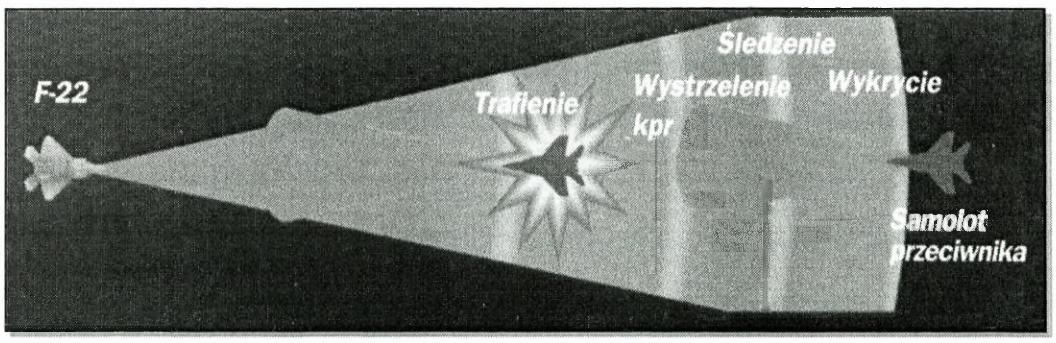


Rys. 2.10. Radar AN/APG–77 opracowany dla F-22

Źródło: *T. Hypki: Ostatnie amerykańskie myśliwce, „Skrzydlata Polska" 5/2000, s.31.*

[63] T. Hypki: *Ostatnie amerykańskie myśliwce*, „Skrzydlata Polska" 5/2000, s.30.

Antena AESA nie tylko wysyła stosunkowo słaby sygnał w paśmie 2 GHz ale pozwala to na skokową zmianę jego częstotliwości i kierunku, co dodatkowo utrudnia wykrycie. Umożliwi to jej konstrukcja, składająca się z około 2 tysięcy aktywnych modułów nadawczo-odbiorczych. Komputerowe sterowanie pozwala na dowolną zmianę natężenia wysyłanego przez każdy z nich sygnału, a w efekcie uzyskiwanie sumarycznego impulsu o żądanym kierunku i natężeniu. Zasięg i rozdzielczość takiej anteny zależy od jej średnicy i liczby zastosowanych modułów aktywnych[64].



Rys. 2.11. F-22 może zniszczyć przeciwnika zanim ten dowie się o jego istnieniu

Źródło: *T. Hypki: Ostatnie amerykańskie myśliwce, „Skrzydlata Polska" 5/2000, s.31.*

Przy maksymalnym zasięgu radiolokator opracowany dla samolotu F-22 może wykryć obiekt o SPO 1 m^2 z prawdopodobieństwem równym 86% przy jednorazowej emisji sygnału. Po wykryciu możliwe jest przeprowadzenie klasycznej procedury identyfikacji celu przy pomocy systemu IFF lub – co jest zasadniczą nowością – poprzez przełączenie radiolokatora w tryb bardzo wysokiej rozdzielczości *(ultra high resolution,* UHR). Obraz obiektu obserwowanego w tym trybie z odległości 180 km ma rozdzielczość ok. 30 cm. Oznacza to, że typowy samolot tworzy na ekranie radiolokatora matrycę co najmniej 100 pikseli, wystarczającą do jego wiarygodnej identyfikacji. Odbywa się ona automatycznie, bo w pamięci komputera pokładowego znajdują się obrazy wszystkich znanych samolotów – własnych i potencjalnych przeciwników (katalog uzupełnia się na wspólnych ćwiczeniach, pokazach i przy innych mniej oficjalnych okazjach). Kilka kolejno zarejestrowanych obrazów pozwala na określenie

[64] F-16 z anteną AESA miałby (dla SPO = I m^2) zasięg równy ok. 125 km, projektowany właśnie JSF (*Joint Strike Fighter*) – ok. 160 km, a F-15 nawet 250-260 km. Radiolokatory tych samolotów dla uzyskania takich parametrów musiałyby jednak działać w normalny sposób, bez zastosowania trybu LPIT. Hypki: *Ostatnie amerykańskie myśliwce*, „Skrzydlata Polska" 5/2000, s.31.

położenie obserwowanego obiektu w przestrzeni (kierunek lotu, kąt natarcia) i porównanie z odpowiednimi obrazami z katalogu danych[65].

Doskonałe własności anteny AESA pozwalają na jej zastosowanie do rozpoznania radioelektronicznego. Może ona przechwytywać z bardzo dużej odległości sygnały radiolokatorów myśliwców przeciwnika lub emisje kierowane do stacji naziemnych lub samolotów AWACS. Ponieważ F-22 mogą stosunkowo bezpiecznie zbliżyć się do obserwowanych samolotów, prowadzone przez nie rozpoznanie może być bardziej skuteczne niż to realizowane przez wyspecjalizowane samoloty rozpoznawcze (np. RC-135 Rivet Joint) czy satelity. Gdy zajdzie taka konieczność, antena AESA może być wykorzystana także do skutecznego zakłócania urządzeń radioelektronicznych przeciwnika[66].

Stacja radiolokacyjna AN/APG–77 jest jedynym na świecie radarem samolotu myśliwskiego, pracującego na tzw. zakresie „szepczącym" (poniżej poziomu szumów naturalnych) i jest odporna nie tylko na zakłócania, ale nawet i na tradycyjne metody wykrycia jej pracy. Nie pominięto też nowoczesnych systemów wymiany informacji i ich zobrazowania. F-22 zaliczany jest umownie do samolotów piątej generacji, gdyż jego następcą będzie przypuszczalnie bojowy samolot bezzałogowy (sterowany przez „pilota" na naziemnym lub latającym stanowisku.

Rys. 2.12. Dzięki właściwościom stealth F-22 może bezpiecznie zbliżyć się do przeciwnika na znacznie mniejszą odległość niż konwencjonalny F-15

Źródło: *T. Hypki: Ostatnie amerykańskie myśliwce, „Skrzydlata Polska" 5/2000, s.31.*

---

[65] T. Hypki: *Ostatnie amerykańskie myśliwce*, „Skrzydlata Polska" 5/2000, s.31.

[66] Tamże, s. 31.

Rosyjski myśliwiec przyszłości ma być wyposażony w zintegrowany system wyposażenia pokładowego ze wspólnym polem informacyjnym, w skład czego wchodzi awionika samolotu wraz z systemami kierowania uzbrojeniem, transmisji danych, walki elektronicznej, samoobrony, nawigacji i łączności. Podsystem kierowania uzbrojeniem będzie rozwinięciem systemów stosowanych obecnie i składać się będzie ze współpracujących ze sobą: radaru, czujników optoelektronicznych oraz nahełmowego układu wskazywania celów i prezentacji danych. W związku z tym konstruktorom rosyjskim przedstawiono dwa podstawowe wymagania, które powinien spełniać radar współczesnego myśliwca[67]: wielokanałowość pracy, czyli jednoczesne naprowadzanie kilku rakiet na kilka odległych celów oraz zapewnienie dookrężnej obserwacji.

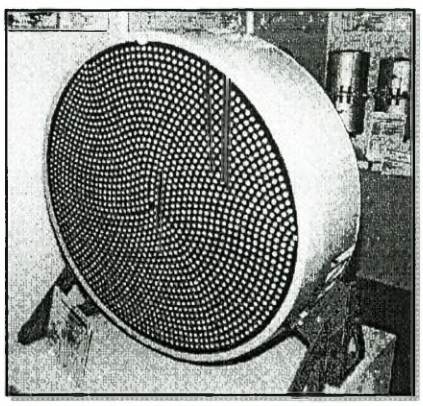
W wyniku przeprowadzonych badań przystąpiono do modernizacji samolotu MiG-29 (MiG-29M), której sednem było zastosowanie całkowicie nowego systemu sterowania uzbrojeniem, opartego na stacji radiolokacyjnej N-010 *Żuk* (poprzednikiem był radar N-019). Jest to radar impulsowo-dopplerowski z anteną szczelinową, pracujący w trzech częstotliwościach. Od poprzednika wyróżnia go znacznie większa odporność na zakłócenia oraz możliwość obserwacji ziemi, tj.: tworzy mapę terenu z zatrzymaniem obrazu i powiększaniem wycinka (rozdzielczość przy kartografowaniu wynosi 15-20 m), określa współrzędne wybranych obiektów, umożliwia lot na małej wysokości z automatycznym omijaniem przeszkód, a także wskazuje cele rakietom kierowanym powietrze-ziemia. Informacje z radaru przekazywane są także do systemu nawigacyjnego dla jego korekty. Modernizacja radaru pociągnęła za sobą modernizację stacji optoelektronicznej: zasięg wzrósł do 30 km w tylnej półsferze i do 10 km w przedniej (N-019 – 18 km w tylnej; w przedniej nie pracował). Wprowadzono także możliwość podświetlania promieniem laserowym celów naziemnych, co umożliwia odpalanie w ich kierunku rakiet kierowanych laserowo. Nowością w stacji elektrooptycznej jest także kanał telewizyjny służący do zwiększenia zasięgu obserwacji wzrokowej (dla rozpoznania celów bez włączania radiolokacyjnej stacji zapytująco-odpowiadającej) oraz do wskazywania celów rakietom powietrze-ziemia i bombom naprowadzanym telewizyjnie[68].

---

[67] Por.: P. Butowski: *Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza*, „Nowa Technika Wojskowa" 3/2001, s. 54.

[68] Za: P. Butowski: *Generacja cztery i pół*, cz.I, „Nowa Technika Wojskowa" 8/1996, s. 32.

Powstała także nowa konstrukcja - radar N014 przeznaczony dla samolotu G MFI[69]. Aby spełnić wymaganie dotyczące wielokanałowości pracy otrzymał on tenę z elektronicznym skanowaniem fazowym. Zastosowanie anteny takiego typu lekkich myśliwcach[70] stało się możliwe dopiero po technologicznym skoku dokonym przez firmę NIIP (ros. *Nauczno-Issledowatielskij Institut Priborostrojenija*) Żukowskim pod Moskwą. Postęp ten pozwolił na zmniejszenie masy 1 m^2 anteny około 110 kg (w MiG-31 ważył on prawie 280 kg). Największą zaletą radarów elektronicznym skanowaniem fazowym jest bardzo krótki czas przeszukiwania zestrzeni powietrznej, liczony w milisekundach, co daje quasi-ciągłe opromienianie celu. Umożliwia to jednoczesne naprowadzanie rakiet kierowanych powietrze-wietrze na kilka celów bardzo od siebie oddalonych, np. jeden lecący tuż nad ziemią, a drugi na wysokości 30 000 m[71].



Rys. 2.12. Radar Sokół ze skanowaniem elektronicznym proponowany dla nowych myśliwców

Źródło: *P. Butowski: Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza, „Nowa Technika Wojskowa" 3/2001, s. 54.*

Dla zapewnienia obserwacji dookrężnej główny radar w przodzie kadłuba będzie najprawdopodobniej posiadał 2–3 anteny skierowane w różne strony, tak, aby pokryć sektor ok. +/13°–150° w azymucie. „Brakujące" 60–100° z tyłu będzie obserwować inna stacja radiolokacyjna zamontowana pomiędzy dyszami silników. Istnieje także możliwość zastosowania systemu radarowego z niewielkimi antenami rozsianymi dookoła płatowca, co przedstawił NIIP pod nazwą *Epolet*.

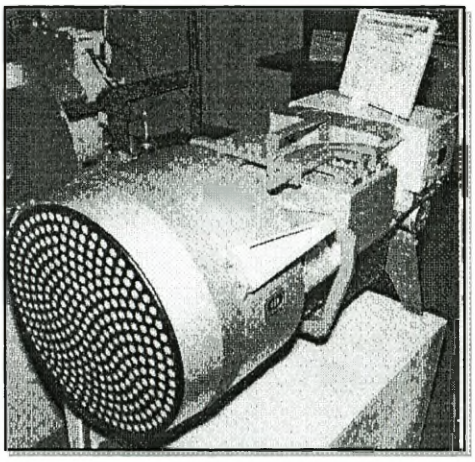
---

[69] Samolot skonstruowany w odpowiedzi na konstrukcję amerykańską F-22.

[70] Ze względu na swoje gabaryty oraz masę; po raz pierwszy radar tego typu był na „ciężkim" G-31 – o wadze pow. 1000 kg, z czego na antenę o średnicy 110 cm i grubości 30 cm przypadało 0 kg.

[71] Za: P. Butowski: *Generacja cztery i pół*, cz.I, „Nowa Technika Wojskowa" 8/1996, s. 33.

Samolot otrzyma systemy transmisji danych o dużej przepustowości, które umożliwią mu otrzymywanie informacji taktycznej od innych samolotów, a także z ziemi i kosmosu[72].



Rys. 2.13. Radar Faraon jest małym radarem do obserwacji tylnej półsfery

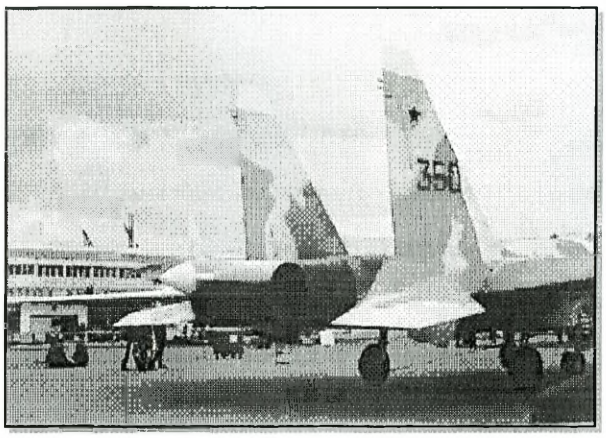
Źródło: *P. Butowski: Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza, „Nowa Technika Wojskowa" 3/2001, s. 54.*

Stacja radiolokacyjna współczesnego samolotu wielozadaniowego nadal pozostaje podstawowym środkiem do wykrywania i śledzenia celu. Zasięg i możliwości wykrywania celów naziemnych (nawodnych) i powietrznych z wykorzystaniem nowoczesnych celowników radiolokacyjnych systematycznie rosną i będą coraz większe, na skutek integracji celowników z pasywnymi urządzeniami obserwacyjnymi nowej generacji, przede wszystkim termowizyjnymi, zwiększającymi niezawodność całego układu śledzenia i identyfikacji celów. Wiodącą rolę odgrywają tu specjalnie przeznaczone do tego zadania środki (rozpoznanie satelitarne, samoloty rozpoznania radiolokacyjnego klasy *Joint STARS*, bezzałogowe środki rozpoznawcze, rozpoznanie przez grupy specjalne), które są w stanie przekazać zdobyte zobrazowanie w czasie zbliżonym do rzeczywistego na pokład atakującego samolotu. Atakujący może następnie zaprogramować swoje środki bojowe na podstawie uzyskanej informacji i wykonać atak ze średniej odległości, spoza zasięgu wzrokowej widzialności[73].

---

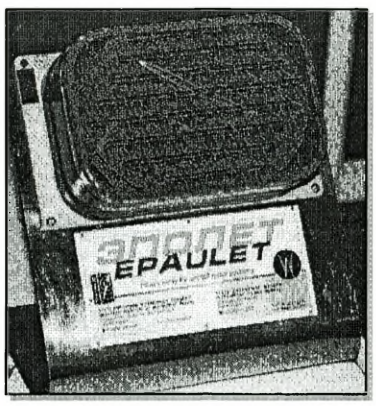
[72] P. Butowski: *Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza*, „Nowa Technika Wojskowa" 3/2001, s. 54.

[73] Airborne Surveillance, Sanderson system gets go-ahead from NATO, Stars and Stripes: www.estripes.com/article.asp.



Rys. 2.14. Radar obserwacji tylnej półsfery w „żądle" pomiędzy dyszami silników na Su–35

Źródło: *P. Butowski: Generacja cztery i pół, cz.I, „Nowa Technika Wojskowa" 8/1996, s. 33.*



Rys. 2.15. Antena systemu Epolet pozwalającego na uzyskanie dookrężnego pola obserwacji

Źródło: *P. Butowski: Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza, „Nowa Technika Wojskowa" 3/2001, s. 54.*

Nową jakością jest pojawiająca się możliwość atakowania celów bez ich wzrokowej widzialności, leżących w bezpośredniej bliskości własnych wojsk lub w pobliżu obiektów, których nie należy atakować (tzw. „chirurgiczne cięcia" – wojna w Iraku, Afganistanie i Kosowie). W przyszłości, technika korelacji danych z różnych urządzeń obserwacyjnych umożliwi wszechstronne zobrazowanie sytuacji bojowej w bliższym i dalszym otoczeniu samolotu, zarówno w jego przedniej jak i tylnej półsferze. Automatyzacja aparatury obserwacji i analizy sytuacji radioelektronicznej, z punktu widzenia samolotu, spowoduje skrócenie czasu reakcji na zagrożenie pociskami rakietowymi i optymalizację akcji przeciwdziałania tym zagrożeniom.

Wnioski

Współczesne urządzenia i systemy radiolokacyjne daleko odbiegają od swoich protoplastów, których kariera w lotnictwie rozpoczęła się jeszcze w czasie II wojny światowej. Era miniaturyzacji techniki cyfrowej i laserowej powoduje, że na pokładach samolotów spotykamy coraz bardziej wyrafinowane technologicznie i kosztowne urządzenia, których obsługa wymaga gruntownej wiedzy fachowej. W kabinie pilota dominują wielofunkcyjne wskaźniki zespolone (zapewniające ergonomię wykorzystania przestrzeni kabiny), które przekazują pilotowi wszelkie, niezbędne w danej chwili informacje. Pilot otrzymuje gotowe „propozycje" algorytmu działań, których wypracowaniem zajmują się komputery pokładowe z ultraszybkimi i pojemnymi procesorami.

Znaczny postęp technologiczny nie ominął także urządzeń i systemów radiolokacyjnych. Już w nieodległej przyszłości oraz rzadziej możemy spotkać na pokładach samolotów pojedyncze urządzenia radiolokacyjne, którym przyporządkowano jeden określony cel. Dawne urządzenia radiolokacyjne np. mierniki prędkości podróżnej i kąta znoszenia, radary meteorologiczne, obserwacji bocznej zostaną zastąpione pojedynczymi radarami wielofunkcyjnymi, których różnorodność pracy zabezpiecza wszystkie, niezbędne funkcje. Urządzenia radiolokacyjne będą podlegały modyfikacjom, których zasadniczymi celami będzie:

- wzrost ilości funkcji uzyskiwany poprzez modyfikację algorytmów obróbki sygnału dokonywanej cyfrowo,
- pełna automatyzacja działania stosownie do sytuacji bez konieczności ingerencji pilota,
- uodpornienie na środki WRE,
- stałe dostosowywanie do modyfikowanego uzbrojenia,
- zmniejszenie gabarytów i zapotrzebowania energetycznego.

W celu realizacji wyżej wymienionych postulatów będą produkowane zintegrowane kompleksy radiolokacyjne, które umożliwiają spełnienie wszelkich wymagań taktyczno-technicznych. Nastąpi znaczny wzrost skali integracji urządzeń i systemów w połączeniu z techniką cyfrową i światłowodową, rozpowszechni się produkcja takich kompleksów.

Prawdą jest jednak, że na takie systemy mogą sobie pozwolić kraje wysoko rozwinięte, których budżet wojskowy umożliwia zakup tak drogich urządzeń. Kraje

biedniejsze będą w dalszym ciągu modernizowały swoje samoloty, a w szczególności ich awionikę, której głównym elementem są radiolokacyjne systemy nawigacyjno-celownicze. W technice radiolokacyjnej można dążyć już tylko do zwiększenia funkcjonalności, zasięgu wykrywania i dokładności lokacji oraz zmniejszenie masy i gabarytów. Bardzo modne z okresu zimnowojennego porównywanie techniki Zachodu (państwa NATO) z techniką Wschodu (państwa byłego Układu Warszawskiego) traci dzisiaj sens, gdyż nawet w Rosji istnieje możliwość wyprodukowania radiolokatora odpowiadającego standardom i parametrom radarów amerykańskich.

W rezultacie przeprowadzonych badań nasuwają się pytania dotyczące przyszłości radiolokacji w lotnictwie. Należy w tym miejscu wyraźnie stwierdzić, że mimo wielu pomysłów, póki co pilota z pokładu statku powietrznego wyeliminować się nie da. Będzie on natomiast coraz częściej jedynie swoistym operatorem „platformy bojowej", wszechstronnie zasilanej informacjami z zewnątrz, zdolnej odnaleźć dowolny cel w każdych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy, i zaatakować go z dużą precyzją – szeroką gamą przenoszonych środków rażenia. Jest jednak zarazem faktem, że odpalone (zrzucone) środki rażenia mogą często być w swej istocie swoistymi minisamolotami kierowanymi odległościowo z samolotu-matki. Będzie to zatem istotny krok na drodze do prawdziwego wirtualnego (cyfrowego) świata walki w dalszej przyszłości. Perspektywiczny samolot bojowy będzie zbudowany w technologii *stealth*. Mimo to na jego pokładzie nadal bardzo dużą rolę będzie odgrywać wielospektralny system samoobrony, zdolny w trybie autonomicznym do bieżącej oceny sytuacji i podejmowania przeciwdziałania – stosownie do dynamicznie pojawiających się zagrożeń.

Broń precyzyjna w szerokim zakresie będzie uwzględniać takie kryteria jak: „odpal i pozostań z daleka" (w stosunku do obrony przeciwlotniczej obiektu ataku) oraz „odpal i zapomnij" (co w optymalny sposób pozwala łączyć przedsięwzięcia obrony i ataku na pokładzie samolotu – nosiciela). Kluczem do zwycięstwa w walce zbrojnej, będzie więc przede wszystkim przewaga informacyjna nad przeciwnikiem, „skradanie się" w rejon celu (technologia *„stealth"*), szybkość i precyzja rażenia. To wszystko uzależnione jest od posiadanego wyposażenia radiolokacyjnego.

2.1.4. Systemy uzbrojenia samolotów XXI wieku

Najważniejszym zadaniem lotnictwa przyszłości będzie wywalczanie przewagi powietrznej, choć charakter tego zadania ulega permanentnie wielu zmianom. Filozofia prowadzenia tego rodzaju walki zamyka się w haśle *first see – first shoot – first kill* (pierwszy wykrywam – pierwszy strzelam – pierwszy niszczę). Chodzi przede wszystkim o wykorzystanie przewagi informacyjnej o położeniu samolotów przeciwnika, scentralizowane kierowanie walką z pokładu samolotu AWACS przy znacznej swobodzie taktycznej poszczególnych pilotów co do sposobu zwalczania przydzielonych im celów oraz zwalczanie maksymalnej ilości samolotów przeciwnika z maksymalnej odległości, możliwie spoza zasięgu ich środków bojowych. Następnie, dzięki utrzymywaniu przewagi prędkości zachowanie dystansu, przy wprowadzaniu do działań kolejnych samolotów i niedopuszczaniu przeciwnika w zasięg walki manewrowej.

W ofensywnych działaniach powietrznych samoloty mają przenikać na dużą głębokość w głąb ugrupowania przeciwnika niszcząc jego samoloty w pobliżu ich własnych lotnisk, paraliżując wszelki ruch powietrzny, oczyszczając drogę maszynom przełamującym naziemną obronę powietrzną. Sama taktyka prowadzenia walki ma być taka sama – jak najdłuższe utrzymywanie dystansu i niedopuszczanie do nawiązania manewrowej walki w zasięgu widzialności wzrokowej.

Bardzo dobrym uzbrojeniem do tego celu miały być pociski AIM-120 *AMRAAM*, które mogą być odpalane ze średniej odległości do kilku celów jednocześnie. Samoloty mają przenosić 4-6 tego typu pocisków (dokładna liczba sztuk uzbrojenia nie została oficjalnie ujawniona). Mogą je uzupełniać 2-4 pociski typu AIM-132 *ASRAAM* lub *Sidewinder* AIM-9X, wyposażone w termowizyjną głowicę z analizą kształtu atakowanego obiektu (zmylenie takiej głowicy flarami jest niemal niemożliwe) i sterowanie wektorem ciągu, dające pociskowi fenomenalną zwrotność.

Poza wymienionym uzbrojeniem planowane jest opracowanie nowego typu pocisku dalekiego zasięgu z aktywną głowicą radiolokacyjną lub kombinowaną – radiolokacyjno-termowizyjną głowicą samonaprowadzającą. Ma on posiadać zdolność zwalczania celów powietrznych na odległości większej niż 100-120 km, na co pozwala stacja radiolokacyjna dalekiego zasięgu.

Przy opisanym wariancie misji promień działania samolotu myśliwskiego ma sięgać 1500 km na dużej wysokości, przy wykorzystaniu naddźwiękowej prędkości

przelotowej. Promień działania na prędkości poddźwiękowej powinien być zbliżony. Czas dyżurowania w strefie odległej o ok. 400 km od lotniska bazowania (typowa odległość strefy w przypadku ofensywnych działań w walce o panowanie w powietrzu), powinien wynieść nie mniej niż dwie godziny bez tankowania w powietrzu.

Przypuszczalnie nowym typem uzbrojenia stosowanym na samolotach przyszłości będzie bomba szybująca AGM-154B JSOW, także wykorzystująca układ GPS jako system kierowania, ale umożliwiająca zrzut z odległości do 20 km, co pozwoli nosicielowi na nie wchodzenie w zasięg obrony przeciwlotniczej obiektu. JSOW będą wyposażone w głowice kasetowe z ośmioma samonaprowadzającymi się termowizyjni podpociskami BLU-108, przeznaczonymi do atakowania sprzętu bojowego (czołgów, dział polowych, transporterów opancerzonych itd.).

Atakowanie obiektów stałych (mosty, bunkry, stacje kolejowe, obiekty przemysłowe, koszary, elementy stałych stanowisk dowodzenia itp.) odbywać się będzie z użyciem bomb JDAM, natomiast atakowanie zgrupowań wojsk, a także pozycji przeciwlotniczych, posterunków radiolokacyjnych, a przede wszystkim samobieżnych wyrzutni rakiet balistycznych – z użyciem bomb JSOW.

W ramach przystosowania samolotów do zadań przełamywanie obrony powietrznej planuje się zastosowanie pocisków AGM-88 *Harm*, ładowanych do wewnętrznej komory na uzbrojenie. Do wykrywania nieprzyjacielskich środków radioelektronicznych może być wykorzystany system WRE samolotu, po odpowiednim przeprogramowaniu. Oprócz typowych pocisków przeciwradiolokacyjnych samoloty będą zabierać bomby JDAM – do zwalczania tych pozycji, które zostały wykryte, ale aktualnie nie są uaktywnione. Najprawdopodobniej samoloty będą działały parami – jeden z pociskami AGM-88, drugi – z bombami JDAM.

W związku z rozpowszechnieniem się w ostatnim okresie operacyjno-taktycznych pocisków rakietowych w niektórych, niestabilnych państwach (Irak, Korea Północna, Pakistan itd.) oraz możliwość zastosowania w nich głowic chemicznych, albo nawet nuklearnych, pociski takie stanowią bardzo poważne zagrożenie. Od czasu doświadczeń z operacji *Pustynna Burza* Amerykanie prowadzą prace nad znalezieniem skutecznych środków obrony przed rakietami operacyjno-taktycznymi. Poza budową odpowiednich systemów defensywnych (systemy wykrywania, zestawy przeciwrakietowe itd.), pracuje się też nad systemami do ofensywnego zwalczania wyrzutni pocisków balistycznych. Samolot z radiolokatorem o wysokiej rozdzielczości

i systemem termowizyjnym będzie doskonale nadawał się do lokalizowania, śledzenia i wykonywania uderzeń na wyrzutnie pocisków balistycznych.

W zakresie działań powietrze-ziemia przykład samolotu JSF F-35 pokazuje, że zadanie tego typu będą realizowały maszyny zdolne do wykonywania precyzyjnych ataków na cele naziemne w każdych warunkach atmosferycznych. Dla JSF przewidziano następujące rodzaje misji uderzeniowych: głębokie uderzenia na obiekty o charakterze strategicznym (w warunkach konfliktu lokalnego - *deep strike*), uderzenia operacyjno-taktyczne w ramach izolacji lotniczej (*air interdiction*), udział w izolacji rejonu działań bojowych (*battlefield interdiction*) oraz bezpośrednie wsparcie lotnicze wojsk na polu walki (*close air support*). Trzy ostatnie rodzaje działań – we wszystkich rodzajach konfliktów. Ostatnie zadanie (bezpośrednie wsparcie lotnicze wojsk) stawia szczególne wymagania, co do działań w każdych warunkach atmosferycznych. Doświadczenia ostatnich konfliktów wykazały bowiem, że przeciwnik często wykorzystuje pogodę do podjęcia aktywnych działań na lądzie, co częściowo niweluje przewagę powietrzną przeciwnika. W bezpośrednim wsparciu z reguły obiekt ataku nie jest wcześniej rozpoznany (sytuacja zmienia się bardzo szybko), a przy tym istnieje bezwzględna konieczność jego pozytywnej identyfikacji, wobec niebezpieczeństwa niezamierzonego porażenia wojsk własnych. Dotychczasowa taktyka przewidywała wykonywanie tych zadań przy wzrokowym kontakcie pilota z celem, a wyspecjalizowany w tych zadaniach samolot A-10 (mała prędkość, wysoka manewrowość) mógł je wykonywać przy obniżonej podstawie chmur i zmniejszonej widzialności. JSF ma wspierać wojska także przy braku wzrokowego kontaktu z celem, musi więc dysponować skutecznym systemem obserwacyjno-celowniczym. Ponadto system ten musi być zdolny do wykrywania, identyfikacji, śledzenia, kierowania prowadzonym atakiem i do oceny skutków wykonanego uderzenia, czyli musi pracować wg tzw. „pełnego cyklu uderzeniowego".

Rekomendowano zastosowanie minimum dwóch sztuk uzbrojenia kierowanego klasy powietrze-ziemia (JSOW, JDAM, *Paveway* itp.), przy równoległym zabieraniu co najmniej dwóch pocisków AIM-120 AMRAAM (lub podobnych) i dwóch AIM-9X *Super Sidewinder*. JSF ma mieć też działko o kalibrze co najmniej 25 mm, o dużej szybkostrzelności i dużej zdolności do penetracji pancerza (niszczenie opancerzonych wozów bojowych, ale nie czołgów).

Lotnicze środki rażenia

Lotnicze środki rażenia są po awionice najważniejszym elementem wyposażenia współczesnego i przyszłościowego samolotu myśliwsko-bombowego i bezpośrednio wpływają na skuteczność prowadzonego ognia i osiągane końcowe rezultaty działań bojowych.

Samonaprowadzające pociski przeciwradiolokacyjne

W nadchodzących latach, podstawy przełamania OP przeciwnika, wypracowane w poprzednich dekadach, nadal zachowają swoją aktualność. Mówią one, że tylko kompleks przedsięwzięć obejmujących obezwładnienie elektroniczne naziemnych środków OP przez wyspecjalizowane samoloty WE i towarzyszące mu ogniowe obezwładnienie najgroźniejszych rakietowych środków przeciwlotniczych oraz intensywne stosowanie indywidualnych, pokładowych środków WE przez samoloty myśliwsko-bombowe może dać pożądane rezultaty.

Podstawowym środkiem ogniowego przełamywania OP przeciwnika nadal będą samonaprowadzające pociski przeciwradiolokacyjne. Obecnie Stany Zjednoczone i Rosja myślą o pocisku gabarytowo i masowo odpowiadającym znanemu HARM-owi, lecz tym razem z napędem rakietowo-strumieniowym. Z jednej strony podwoi to prędkość odpalonego pocisku na torze lotu, z drugiej - podwojeniu ulegnie i jego zasięg. Są one odpowiedzią na przeciwlotnicze zestawy rakietowe klasy amerykańskiego PATRIOTA, czy rosyjskiego S-300PMU, Jednocześnie nowe pociski mają otrzymać dwu kanałową głowicę są m on a prowadzającą, obejmującą tradycyjny radiolokacyjny kanał pasywny oraz nowy kanał radiolokacyjny - aktywny {zakresu mm). W podobnym pocisku niemieckim - ARAMIS - aktywny kanał radiolokacyjny zastąpił czujnik termolokacyjny.

Niekierowane środki rażenia

W ostatnim okresie rozwój lotniczych nie kierowanych środków rażenia „powietrze-powierzchnia" jest w zastoju i brak sygnałów, by w nadchodzących latach coś na tym polu uległo zmianie. Dlatego przyszła generacja samolotów myśliwsko-bombowych będzie nadal uzbrojona w działka pokładowe. Z reguły będzie to jedno działko, z nieznacznie zmniejszonym zapasem amunicji w porównaniu z samolotami poprzednich generacji. Nie będą to działka jakościowo nowe, a jedynie kompleksowo

zmodernizowane wcześniejsze modele. Podobnie wygląda sytuacja z niekierowanymi pociskami rakietowymi.

W świecie nadal najbardziej rozpowszechnione są amerykańskie bomby lotnicze rodziny „80" oraz rosyjskie rodziny M62. Niemal regułą jest też posiadanie do nich prostych modułów, w razie potrzeby bezproblemowo konwertujących je w bomby hamujące, dostosowane do zrzutu z małych wysokości (150 m) i bardzo małych (50 m).

W grupie lotniczych bomb kasetowych zwraca uwagą amerykańska bomba CBU-87 wypełniona 202 bombami małego wagomiaru CEM. Jest to amunicja lotnicza o działaniu złożonym, umożliwiająca atakowanie szerokiej gamy obiektów - techniki bojowej, składów, siły żywej14. Takie możliwości uzyskano tu nie przez zastosowanie kombinacji różnych typów małych bomb, lecz przez opracowanie jednej, uniwersalnej bomby CEM o działaniu kumulacyjno-odłamkowo-zapalają-cym. Na uwagę zasługuje też obniżona do zaledwie 100 m (normalnie 300-400 m) minimalna wysokość zastosowania.

Kierowane środki rażenia

W latach 80. nastąpił wzrost możliwości ogniowych naziemnych środków OP. Sięgnięto do pasywnych układów obserwacyjno-celowniczych w systemach kierowania ogniem, znacznie rozpowszechniono naramienne, przenośne przeciwlotnicze zestawy rakietowe. Odpowiedzią konstruktorów uzbrojenia lotniczego stały się bronie klasy „stand off, odpal i pozostań z daleka od obiektu ataku (poza zasięgiem obiektowej OPL). Spośród nich wkrótce na czoło wysunęły się taktyczne pociski manewrujące APACHE, AGM-158 JASSM i TAURUS, dysponujące zasięgiem – w zależności od profilu ataku – od 150 do 450 km.

Znacznie tańszym środkiem jest jednak amerykańska beznapędowa bombowa kaseta szybująca klasy AGM-154 JSOW15. Jej bezwładnościowy układ samonaprowadzania jest korygowany odbiornikiem GPS. Ładunek bojowy (AGM-154A/B) mogą stanowić bomby małych wagomiarów, o różnym przeznaczeniu, w tym wyposażone w autonomiczny moduł samonaprowadzania (termiczny, radiolokacyjny; alternatywnie lub razem w dwukadłubowym bloku). W kolejnej odmianie - AGM-154C – ładunek kasetowy będzie zastąpiony dwustopniowym ładunkiem przeciwb etonowym, z dodatkowym termowizyjnym modułem samonaprowadzania, wchodzącym do

pracy w fazie ataku (samonaprowadzanie odbywa się wg cyfrowego obrazu celu wprowadzonego do bloku pamięci AGM-154C przed lotem). Zasięg szybowania tej bomby - w zależności od wysokości zrzutu - wynosi 25 do 75 km.

Obecnie w bezwładnościowy układ kierowania, korygowany odbiornikiem GPS, coraz częściej są wyposażone także bomby swobodnie spadające. Przykładem jest tu rodzina amerykańskich bomb JDAM, opartych na bombach z rodziny „80". W kolejnym etapie rozwoju mają one otrzymać rozkładane powierzchnie nośne, co pozwoli im szybować na odległość 15-35 km.

Nadal też utrzymano dynamiczny rozwój bomb kierowanych laserowo (GBU-10, GBU-12, GBU-16, GBU-24, BGL 400, BGL 1000) o wagomiarach od 223 do 1380 kg oraz podobnych do nich kierowanych pocisków rakietowych (H-25MŁ, H-29Ł, AS-30L), z bojowymi ładunkami burząco-odłamkowymi lub specjalnymi - przeciwbetonowymi. Równolegle są rozwijane analogiczne bomby i pociski rakietowe z telewizyjnym oraz termowizyjnym (droższy) układem samonaprowadzania (H-25MT/MTP, AGM-65, H-29T). Zaletą tych układów jest spełnienie kryterium „odpal i zapomnij", co pozwala optymalnie łączyć manewr podejścia w rejon odpalenia i prowadzenia ognia z wykonywaniem obronnych manewrów przeciwartyleryjskich i przeciwrakietowych.

Systematyczny rozwój rodziny amerykańskich bomb kierowanych GBU-15 doprowadził między innymi do zbudowania odmiany AGM-130, z dodatkowym napędem rakietowym i precyzyjnym radiowysokościomierzem, przeznaczonej do zwalczania obiektów przykrytych chmurami. Bomba ta jest wyposażona w termowizyjny układ samonaprowadzania z dodatkowym łączem radiowym, pozwalającym na podstawie ogólnie obserwowanego obszaru przechwycić (wskazany) obiekt ataku i uzyskać wysoką precyzję trafienia (im bomba jest bliżej celu, tym lepsza jakość przekazywanego obrazu). Po zrzucie bomba AGM-130 przechodzi do lotu poziomego na jednej z wcześniej zaprogramowanych wysokości: 900, 600 lub 300 m. Dobór wysokości zależy od spodziewanej dolnej podstawy chmur w rejonie obiektu ataku. Następnie do podtrzymania prędkości na torze lotu jest uruchamiany silnik rakietowy. Po wskazaniu przez operatora (z pokładu nosiciela lub innego odpowiednio wyposażonego samolotu) obiektu ataku bomba AGM-130 przechodzi w autonomiczny lot nurkowy, zakończony spotkaniem z celem.

Odpowiednikiem bomb szybujących z dodatkowym napędem rakietowym są amerykańskie i rosyjskie pociski rakietowe AGM-84 SLAM/SLAM-ER oraz H-59M, bliższe jednak w praktyce taktycznym pociskom manewrującym i dysponujące zasięgiem dochodzącym do 115-285 km[17]. W przyszłościowych lotniczych środkach bojowych „powietrze-powierzchnia" całkowitą nowością, na dodatek w pełni uniezależniającą je od pory doby i warunków atmosferycznych, będą jednak dopiero pociski rakietowe wyposażone w aktywny radiolokacyjny układ samonaprowadzania. Przykładem jest tu amerykański pocisk AGM-65H, którego głowica radiolokacyjna autonomicznie wykonuje dokładną mapę terenu i kieruje się w zaprogramowany punkt[18]. Najprawdopodobniej pocisk AGM-65H nie musi zarazem opromieniowywać samego obiektu ataku, lecz tylko określone miejsce w jego otoczeniu, tzw. punkt dowiązania. Po zidentyfikowaniu obiektu orientacyjnego, pocisk AGM-65H wykonuje zaprogramowany wcześniej manewr ataku – i uderza w cel.

Prototyp nowej wersji MiG-3IBM jest prekursorem nowych rodzajów uzbrojenia lotniczego. Będzie miał nowe uzbrojenie, w tym sprawdzone na MiG-31M pociski powietrze-powietrze K-37M dużego zasięgu i K- 77M średniego zasięgu i nowe rakiety 9M96 z systemu przeciwlotniczego S-400. Zmodernizowany radar będzie miał zasięg odpowiedni dla nowych pocisków, około 300 km, a także będzie mógł śledzić 24 cele i na 8 z nich równocześnie naprowadzać rakiety.

Eksportowa oferta MiG-31FE posiada bogate uzbrojenie powietrze-ziemia: sześć pocisków przeciwradiolokacyjnych Ch-31P lub przeciwokrętowych Ch-31A, dwa pociski kierowane telewizyjnie Ch-59M lub trzy mniejsze Ch-59 i Ch-29T/L. Zamiast rakiet można podwiesić do trzech ciężkich bomb kierowanych KAB-1500LIT lub do ośmiu mniejszych KAB-500Kr. Wreszcie najnowsza projektowana wersja to MiG-31S, platforma do wystrzeliwania niewielkich satelitów komercyjnych. Rakieta Mikron projektowana przez zespół Fakieł będzie podwieszana pod kadłubem MiG-31S i będzie dostarczać satelitę o masie 100 kg na orbitę 200 km lub 70 kg na 500 km. Rakieta będzie odpalana przy prędkości Ma 2,3 na wysokości 20-25 km. Inny ładunek planowany dla MiG-3IS to ARS (aerospace rally system), trzymiejscowy rakietoplan do lotów suborbitalnych (wysokość do 130 km) przeznaczony do treningu kosmonautów, badań górnych warstw atmosfery, a także do lotów turystycznych i reklamowych.

Podsumowując, przeprowadzone analizy pozwalają stwierdzić, że:

- przyszłość lotnictwa będzie cechował burzliwy rozwój kierowanych środków rażenia „powietrze-powietrze" i „powietrze-powierzchnia", który istotnie zmieni sposoby zwalczania obiektów powietrznych i naziemnych, głównie przez zmianę warunków ataku, przede wszystkim zaś wysokości i odległości do celu;
- rozszerzą się możliwości bojowe lotnictwa uderzeniowego w zwalczaniu obiektów naziemnych w trudnych warunkach atmosferycznych i w nocy;
- zwalczanie obiektów naziemnych ze zwiększonych odległości, z szerokim zastosowaniem najnowszej, awangardowej awioniki, spowoduje, że zwalczanie obiektu staje się niemal tak skomplikowane, jak walka powietrzna;
- wyspecjalizowane środki rażenia najnowszej generacji pozwolą skuteczniej zwalczać szeroką gamę obiektów naziemnych i czynić to mniejszym niż dotychczas wysiłkiem lotnictwa uderzeniowego;
- w najnowszych, wdrażanych w przyszłości do eksploatacji lotniczych środkach rażenia „powietrze-powierzchnia", dominującymi cechami staną się takie jak: „odpal i pozostań z daleka", „odpal i zapomnij", „każdy środek rażenia - swój obiekt ataku".

Wzrośnie rola informacji w walce. Załoga samolotu myśliwskiego lub uderzeniowego, dysponująca przewagą informacyjną nad przeciwnikiem, automatycznie osiąga nad nim dominację w świadomości sytuacyjnej. Dokonując optymalnych wyborów, nie obciążonych brakiem czasu i presją chwili – jest w stanie każdorazowo rozstrzygnąć walkę na swoją korzyść. Przewaga informacyjna, jest bowiem kluczem do bycia dla przeciwnika nieprzewidywalnym, zachowania inicjatywy i narzucenia mu własnej woli, czyli dysponowania atrybutami, których rola w walce w przeszłości, obecnie i w przyszłości – jest nie do przecenienia.

Należy też pamiętać, że wysokie koszty najnowszych rozwiązań technologicznych w lotnictwie powodują, że cena zakupu i eksploatacji nowoczesnych samolotów uderzeniowych będzie często traktowana tak samo, jak jego możliwości bojowe w walce.

2.1.5. Bezzałogowe statki powietrzne

W sojuszniczych koncepcjach prowadzenia działań bojowych środki bezzałogowe znalazły ważne miejsce. Zachodni specjaliści wojskowi oraz Rosjanie projektują zastąpienie tymi środkami samolotów załogowych w sytuacjach złożonych i niebezpiecznych, oceniając, że przyszłe działania wojenne będzie charakteryzowało duże zapotrzebowanie na aktualne informacje o przeciwniku, silna OPL oraz masowe użycie środków walki elektronicznej. Ocenia się, że w tych warunkach bezzałogowe statki powietrzne ze względu na posiadane właściwości takie jak: mała skuteczna powierzchnia odbicia energii elektromagnetycznej, niski poziom promieniowania podczerwonego i hałasu, zdolność do skrytego penetrowania strefy taktycznej i inne, mają większe możliwości przetrwania i wykonania zadań.

W ostatnim czasie uzyskano duży postęp w rozwoju konstrukcji bezzałogowych statków powietrznych. Aktualnie ich możliwości pozwalają zaliczyć je do latających robotów, zdolnych do autonomicznego operowania w przestrzeni powietrznej zgodnie z zaprogramowanymi wcześniej procedurami, z możliwością ich zmiany w czasie lotu.

Technologia staje się coraz doskonalsza i niezawodna. Wiele wskazuje na to, że już w niedługim czasie będzie można przeprowadzać bezzałogowe bojowe operacje w powietrzu. W obecnych czasach, w ciągu dekady (10 lat) komputery stały się 4000 razy szybsze i w 2015 roku 10 gigabajtów pamięci danych będzie w stanie zmieścić się na krysztale mniejszym niż kostka cukru[74].

Jefrey Barnett w swojej pracy „Future War" przewiduje, że w nieodległej przyszłości autonomiczne systemy broni, używając sztucznej inteligencji i wspierane przez systemy automatycznego rozpoznawania celów i wykorzystujące urządzenia wielospektralne do ich identyfikacji, będą zarządzać polem walki. Barnet przewiduje, że w ciągu najbliższych 20 lat prędkość przetwarzania danych będzie 10 000 razy większa i tyle razy bardziej precyzyjniejsza i dokładna niż ma to miejsce obecnie. Te możliwości pozwolą na projektowanie komputerów, które będą zdolne „myśleć" lub chociaż w pewnym sensie naśladować myślenie, a nawet posiadać pewien stopień „świadomości". Te właściwości pozwolą komputerom na osiągnięcie niektórych cech

[74] Robert C.Nolan, *The pilotless airforce? A look at replacing human operators with advanced technology*, 03/1997, s. 25.

inteligencji człowieka, takich jak elastyczność i zdolność przystosowania się do określonej sytuacji.

Przyjmując za kryterium sposób sterowania bezzałogowe statki powietrzne można podzielić głównie na dwa typy:

- sterowane przez człowieka (MITL – Man in the Loop);
- działające samodzielnie, zgodnie z automatycznym programem tzw. latające roboty[75].

Systemy zdalnego sterowania stanowią pewien rodzaj ludzkiego interfejsu i aparat lecący w powietrzu jest sterowany przez człowieka z ziemi lub z samolotu. Przykładem takiego systemu może być *Predator*.

Systemy autonomiczne zapewniają start i lot bez ingerencji człowieka i można je podzielić na dwie grupy:

- systemy zamknięte, programowane na ziemi
- systemy otwarte, przystosowane do przeprogramowania w locie.

Statki powietrzne bez załogi w systemach zamkniętych wykonują zadania zgodnie z wcześniej załadowanym programem od startu do lądowania, podczas gdy systemowo otwarte platformy dodatkowo przyjmują od operatora uaktualnione dane wymagane do wykonania misji[76].

Obydwa te systemy mają jedyne w swoim rodzaju zalety i określone wymagania. Systemy sterowane zdalnie oferują większą elastyczność i zdolności przystosowawcze podczas wykonywania misji. Do kontroli aparatu używane są kanały przesyłania danych ze stacji naziemnych lub poprzez system satelitarny. Na początku misje te były uważane za misje tzw. „bezstresowe" i specjaliści uważali, że do ich wykonania wystarczy jedynie posiadanie określonej wiedzy komputerowej, ale doświadczenia pokazały coś innego.

Niezależne, autonomiczne BSP różnią się od programowalnych tym, że w BSP programowalnych jest możliwa zmiana parametrów lotu i celu ale tylko z centrum kierowania lotem, a systemy autonomiczne nie wymagają ingerencji operatora, potrafią elastycznie dostosować się same do sytuacji, czyli mają możliwość „samo-

---

[75] Tamże, s. 25.
[76] Przykładem takiego systemu jest „Dark Star" Tamże, s. 26.

dzielnego myślenia"[77]. Są one skomplikowanym zbiorem podsystemów takich jak: sensory, oprogramowanie kontroli i analizy danych oraz bazy danych o obiektach pola walki. Największą zaletą tego typu systemów jest to, że nie wymagają one wrażliwej na przeciwdziałanie przeciwnika infrastruktury i personelu obsługi oraz zabezpieczonego kanału sterowania. Są przystosowane do samoczynnego przerwania misji z chwilą utraty łączności.

Badania nad systemami sztucznej inteligenci są prowadzone od kilku lat. Systemy takie mają zaprogramowaną podstawową wiedzę o otaczającym je środowisku, a po włączeniu ich są w stanie uczyć się otaczającego świata i zwiększać swoją bazę danych, dopóki nie zostaną wyłączone lub zniszczone[78]. Przeszkodą w budowie takich systemów broni są dylematy moralne, a nie problemy technologiczne. BSP posiadające sztuczną inteligencję będą w stanie rozwijać samoświadomość oraz własny, niezależny system zachowań. Doyne Farmer, fizyk z Los Alamos pracujący nad sztuczną inteligencją zapytany ostatnio o postęp w badaniach powiedział: „gdy tylko samoświadome maszyny wojenne pojawią się, nawet jeśli zmienimy zdanie, rozebranie czy zdemontowanie ich może okazać się niemożliwe, mogą znaleźć się poza naszą kontrolą"[79].

Jeżeli zaprojektujemy tego typu maszyny, będą one funkcjonowały bazując na oprogramowaniu napisanym przez człowieka i nawet najlepszy inżynier komputerowy nie będzie w stanie przewidzieć wszystkich sytuacji i okoliczności, w jakich będą one pracować i „uczyć się". W takim wypadku wydaje się, że najlepszym rozwiązaniem będą BSP półautonomiczne, w których odpowiedzialnym za rozpoznanie celu i odpalenie będzie operator na ziemi. System taki będzie wymagał mniej kanałów łączności na linii „ziemia – BSP" oraz mniejszej obsady naziemnej, ponieważ będzie częściowo działał niezależnie od kontrolera. Zmniejszy to w końcu ryzyko i niepewność, co do właściwej pracy systemu, usterek mechanicznych i błędów komputerowych, które mogłyby doprowadzić do wypadków. Nie możemy zapomnieć, że BSP tego typu będą posiadały różne systemy broni na pokładzie. System taki zmniejszy również niepewność, co do tego, kto jest odpowiedzialny za nieprawidłowe użycie systemów uzbrojenia.

---

[77] A i H. Toffler, *Wojna i antywojna*, W-wa, 1997, 114 – 115.
[78] Tamże, s. 117.
[79] Tamże, s. 117.

Obecnie dynamicznie rozwijane są dwie klasy BSP, aby wesprzeć program *Joint Vision 2010* zdobywania przewagi informacyjnej – zabezpieczenia taktycznego i rozpoznania na dużej wysokości (HAE) UAV – z dwoma systemami w każdej. Trzy z tych programów rozwijają strategię szybkiego wyboru celów znanej jako ACTD - Advanced Concept Technology Demonstration. Klasa taktycznych BSP składa się z takich statków bezzałogowych jak: *Outrider i Tier II* oraz *Medium-Altitude Endurance UAV*, których reprezentantem jest *Predetor.* Będą to jednostki dowodzone z poziomu taktycznego, a działające na linii frontu (FLOT). Dwa systemy wsparcia na dużej wysokości (HAE) UAV, *Tier II Plus* (*Global Hawk*), i *Tier III Minus* (*Dark Star*), będą funkcjonować na polu walki i zapewniać głęboką, rozległą obserwację przestrzeni operacyjnej.

Działania prowadzone w Bośni z użyciem systemu *Pioneer* i rozwojowego systemu *Predator* wykazały niezwykle ważną wspomagającą rolę, jaką pełnią BSP na współczesnym polu walki. W rezultacie, w obliczu nowych wyzwań stawianych przed siłami międzynarodowymi (wojna w Zatoce Perskiej i Bośni), zdecydowano się zdefiniować wymagania dla BSP wspierających zadania operacji pokojowych i operacji reagowania kryzysowego nowego typu. Obecnie coraz bardziej docenia się potencjalne możliwości systemów bezzałogowych.

W dokumencie *New World Vistas* zawartych zostało wiele pomysłów zastosowań BSP wykraczających znacznie poza zadania rozpoznawcze, takie jak wielce obiecujące wykorzystanie bezzałogowych maszyn do walki (UCAV). Odzyskiwalne bojowe BSP przenoszące broń niekierowaną lub naprowadzaną mogą być o wiele bardziej opłacalnym rozwiązaniem niż kosztująca milion dolarów rakieta typu *Cruise* (w szczególności AGM-86C). Wielkie nadzieje wiąże się także z Micro BSP. Małe, nie przekraczające 15 cm długości i szerokości maszyny, mogłyby przedostawać się do budynków, pobierać próbki chemiczne i biologiczne lub działać jako urządzenia obserwacyjno-nasłuchowe.

Jednym z najważniejszych elementów wizji przyszłości w siłach powietrznych jest powszechne wprowadzenie do służby samolotów bezzałogowych i to nie tylko do celów rozpoznawczych, ale także bojowych[80].

---

[80] Na konferencji prasowej, dotyczącej takich maszyn, zorganizowanej przy okazji Wystawy Lotniczej Le Bourget 2001 pod Paryżem, Meines zapowiedział, że w 2005 roku, USA będą miały w gotowości bojowej około 200 BSP w porównaniu z 30 z roku 1991. Meiners zasugerował, że nie będą to

Już wkrótce takie maszyny powstaną w Szwecji. Według ogłoszonej w ubiegłym roku koncepcji strategicznej "Nowej Obrony" wszystkie środki bojowe kraju będą połączone siecią opartą o Internet. Wśród nich będą samoloty bezzałogowe. Będą działały autonomicznie, sterowane z ziemi, bądź wejdą w skład oddziałów razem z klasycznymi samolotami wielozadaniowymi.

Podczas Salonu Le Bourget przedstawiciele firmy SAAB ujawnili, że w niedługim czasie *Gripeny* będą przystosowane do współdziałania z bezzałogowymi samolotami bojowymi. Prace nad takim samolotem prowadzone są od kilku lat w ramach projektu NFPP 272 UAV. Program jest prowadzony wspólnym wysiłkiem firm szwedzkiego przemysłu lotniczego i obronnego. Celem jest opracowanie samolotu o małej wykrywalności, niskich kosztach wytwarzania i eksploatacji, zdolnego do atakowania przeciwnika. Według przedstawionych planów, począwszy od roku 2008 każdy pilot *Gripena* Szwedzkich Sił Powietrznych będzie mógł mieć wsparcie czterech bojowych samolotów bezzałogowych. Każdy z nich będzie sterowany z kabiny *Gripena*. Taki zespół będzie wyjątkowo trudną do pokonania siłą uderzeniową.

Pierwszy krok w wykorzystaniu nowoczesnych bezzałogowych samolotów bojowych został już zrobiony. W kilku armiach pełni służbę produkowany od 1998 roku przez izraelski koncern IAI samolot o nazwie *Harpy*. Na Salonie Lotniczym Le Bourget 2001 po raz pierwszy został on zaprezentowany publiczności. Jest to wyspecjalizowana maszyna do niszczenia instalacji radarowych. Samolot kierowany jest nad określony obszar, gdzie krąży przez kilka godzin z niewielką prędkością i poszukuje celów emitujących promieniowanie radarowe. Gdy na patrolowanym obszarze włączony zostanie radar, *Harpy* zapamiętuje jego położenie, nurkuje nad cel i niszczy go swym ładunkiem wybuchowym.

Amerykańska firma Raytheon Missile Systems w kooperacji z IAI opracowała zmodernizowaną wersję samolotu pod nazwą *CUTLASS*. Maszyna jest znacznie bardziej uniwersalna i może identyfikować i klasyfikować cele i atakować nie tylko stacje radarowe. Jest w pełni sterowalny przez operatora dzięki systemowi transmisji danych, a do nawigacji służy mu odbiornik GPS. Jednak trudno przypuścić, żeby

---

maszyny rozpoznawcze, ale także bojowe. Przytoczył słowa prezydenta Busha, który mówił, że USA muszą być gotowe uderzyć w każdym punkcie globu, wykorzystując do tego bombowce dalekiego zasięgu i BSP. Kongres USA zapowiedział, że za 10 lat jedną trzecią środków ataku w głębi obcego terytorium będą stanowiły samoloty bezzałogowe.

w ciągu najbliższych 20 czy 25 lat piloci całkowicie zniknęli z samolotów. Tak przynajmniej uważają planiści z Pentagonu, którzy ciągle traktują taktyczne samoloty wielozadaniowe jak klejnot w koronie lotnictwa.

Taktyczne systemy bezzałogowe Stanów Zjednoczonych

W Stanach Zjednoczonych przygotowuje się proces Demonstracji Koncepcji Zaawansowanych Technologii (ACTD) przedstawiający i poddający ocenie w realistycznych działaniach operacyjnych obiecujące projekty BSP. Zaawansowane jest wdrażanie systemów Tier II/*Predator*[81], HAE UAV *Global Hawk*[82] (High Altitude Endurance - HAE) i Low Obsevable HAE UAV *Dark Star*. W 1996 Departament Obrony zawiesił program *Hunter* i uruchomił nowy program Tactical UAV *Outrider*.

Programy prezentują dwie klasy BSP – taktyczne i operacyjno-strategiczne – każda z dwoma podsystemami. **Klasa taktyczna** składa się z *Outrider* UAV i *Predator* UAV. UAV Joint Program Office (JPO) podlegające NAVY Service Aquisition Executive, zarządza obydwoma programami. Na **systemy operacyjno-strategiczne** HAE UAV składają się projekty *Global Hawk* (*Tier* II Plus) i *Dark Star* (*Tier* II Minus). Obydwa są rozwijane przez Agencję Rozwoju Zaawansowanych Projektów Sił Obronnych (DARPA).

Predator - taktyczny system rozpoznania ze średnich wysokości

Po Pustynnej Burzy w Stanach Zjednoczonych zaczęto przywiązywać coraz większą wagę do wykorzystania bezzałogowców, dlatego też po przeanalizowaniu ich użycia w minionym konflikcie postanowiono rozpocząć prace nad nowym typem BSP. Na głównego wykonawcę wybrano zakłady General Atomic z Kalifornii. Skoncentrowano się na budowie BSP, który oprócz standardowej aparatury rozpoznawczej posiadałby możliwość nawigacji satelitarnej i przekazywania informacji z wykorzystaniem satelitów, co zwiększyłoby zasięg rozpoznania, a jednocześnie dawałoby nadal możliwość przekazywania informacji w czasie rzeczywistym. Tak powstał program *Tier* składający się z oddzielnych systemów różniących się sposobem działania, zarządzany przez Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA)[83].

---

[81] Medium Altitude Endurance UAV
[82] Conventional High Altitude Endurance
[83] T. Hypki, *Informacja bez ryzyka*, Skrzydlata Polska nr 2/96, s. 14-15.

RQ - 1 *Predator* jest bezzałogowym statkiem powietrznym zaprojektowanym do wykonywania długotrwałych zadań, wykonujący loty na średniej wysokości. Przeznaczony jest do zadań zwiadowczych, rozpoznania elektronicznego, obserwacji i nadzoru celów, także ruchomych. Służy do wykrywania celów w trudnym terenie, tam gdzie zawodzą satelity szpiegowskie np. przy namierzaniu zakamuflowanych obiektów. Używany jest do zadań, gdzie występuje zagrożenie dla życia pilota: np. loty nad terenami biologicznie lub chemicznie skażonymi.

Biały kolor, niewielkie rozmiary i specyficzny kształt czynią ten samolot prawie niewidocznym dla radaru, a jego niewielki silnik pracuje bardzo cicho. Choć nie jest to samolot typu *stealth*, jest trudny do namierzenia przez radary, bowiem one często nie identyfikują wolno latających obiektów. *Predator* porusza się ze średnią prędkością 100 km/h.

Omawiana konstrukcja to ośmiometrowy samolot bez załogi o wadze 1 tony, gotowy do przebywania w powietrzu przez 40 godzin. Wyposażony w kolorową kamerę, umieszczoną na dziobie - służącą operatorowi samolotu do kontroli lotu, dwie zwykłe kamery, kamerę na podczerwień oraz radar SAR, co pozwala na obserwację pomimo dymu, chmur czy mgły. Do łączności służy specjalna antena satelitarna.

Pełny komplet systemu zawiera 3-4 BSP, naziemną stację kierowania i łączności bezpośredniej (z dwoma oddzielnymi terminalami zobrazowania optoelektronicznego i radiolokacyjnego), a także terminal łączności satelitarnej i rozdysponowania rezultatów rozpoznania - *Trojan Spirit-2*. Cały zestaw może być przewożony pięcioma samolotami C-130 lub dwoma C-141 i przygotowany do działań w rejonie dyslokacji w czasie do 6 h[84].

System *Predator* był odpowiedzią na załamanie się systemów rozpoznawczych podczas konfliktu w Zatoce Perskiej. Dowódcy CINC i JTF domagali się środków rozpoznawczych gwarantujących zdobywanie dokładnych informacji w czasie rzeczywistym, ciągłą obserwację, możliwość współpracy ze strukturami C4I bez narażania załóg. Ponadto zapotrzebowany system nie powinien zawierać tzw. wrażliwych technologii.

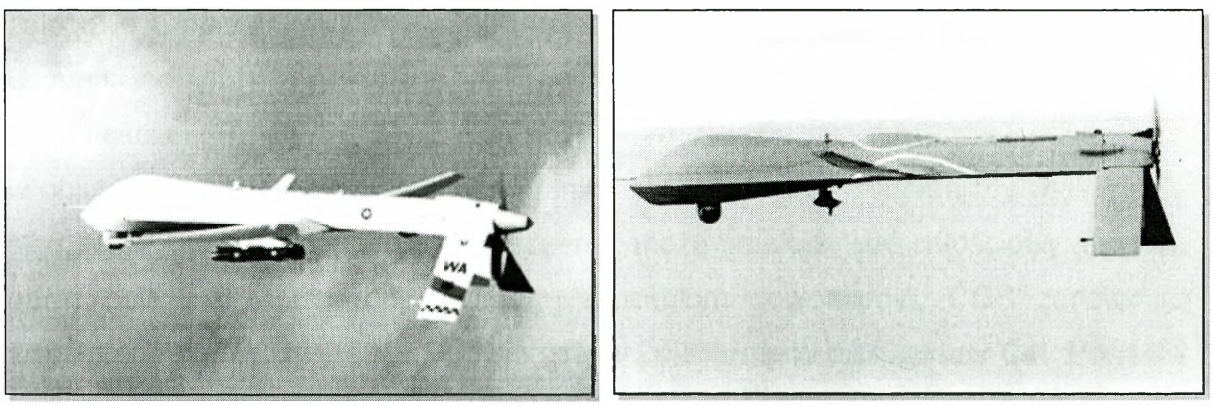
Głównym wyposażeniem BSP *Predator* jest kompleks *Skyball* (o średnicy 35,5 cm, zamontowany na stabilizowanej żyroskopowo obrotowej platformie), w skład któ-

---

[84] *Jane's International Defense Review*, nr 2/1997.

rego wchodzi stacja termowizyjna, dwie kamery kolorowe zdjęć dziennych i dalmierz laserowy. Stacja termowizyjna i jedna z kolorowych kamer posiadają obiektywy o zmiennej ogniskowej, natomiast druga kamera przeznaczona jest do zdjęć teleskopowych. Impulsowy odległościomierz laserowy ma zasięg do 10 km. Wyposażenie optoelektroniczne pozwala na prowadzenie rozpoznania z odległości do kilkudziesięciu kilometrów[85].

Doświadczenia nabyte podczas eksploatacji systemu Joint STARS nad terenem o zróżnicowanym ukształtowaniu (tereny byłej Jugosławii), uwydatniły problemy z wykryciem, śledzeniem i identyfikacją celów (występowanie cienia radiolokacyjnego, duża ilość obiektów cywilnych). Rozpoczęto próby mające na celu osiągnięcie pełnej kompatybilności i automatyzacji we wspólnym wykorzystaniu systemów Joint STARS i *Predator*[86]. Celem tych prób jest wzajemne uzupełnianie się wymienionych systemów przez co zwiększy się dokładność zobrazowania pola walki.



Rys. 2.17. Taktyczny statek bezzałogowy RQ – 1A Predator [87]

---

[85] W. Afinow, *Takticzieskaja i operatiwnaja biezpiłotnaja razwiedywatelnaja awiacja waarużonnych sił USA*, Zarubieżnoje wojennoje obozrenije nr 6/1997.

[86] M. Kagan, *Unmaned Aerial Vehicle Relays Pictures to Airborne Radar*, Signal nr5/1999. W czasie prób przy wykorzystaniu długoogniskowej kamery z odległości 43 km został wykryty samolot C-130 znajdujący się na drodze kołowania, a w odkrytym obszarze przy dobrych warunkach atmosferycznych zidentyfikowano człowieka z odległości 5 km. W innym wariancie na pokładzie *Predatora* instalowana może być stacja obserwacji bocznej typu TESAR (Tactical Endurance Synthetic Aperture Radar). Umożliwia ona prowadzenie rozpoznania praktycznie we wszystkich warunkach atmosferycznych. Stacja ta, o masie 75 kg dokonuje skanowania terenu o szerokości 800 m i długości od 4 do 11,2 km z zachowaniem rozdzielczości 30 cm. Zobrazowanie takie osiągnięto w czasie prób w locie na wysokości 4750 m, uzyskując penetracje na odległość do 12 km

[87] Źródło: http://www.fas.org/irp/program/collect/cr-tuav.htm

System ten ma być również jednym z kluczowych elementów militarnego połączonego systemu komunikacji JBS (Joint Broadcast System), bazującego na systemie satelitarnym SATCOM.

Dane z BSP *Predator* są zintegrowane z obecną architekturą C4I poprzez system komunikacji satelitarnej Trojan Spirit II (TS II). Przekaz znad celu w czasie rzeczywistym do wielu teatrów działań równocześnie jest realizowany poprzez Joint Broadcast System (JBS) lub przełącznik TS II w Fort Belvoir, Virginia, lub oba jednocześnie. Analizy ekonomiczne wykazują, że BSP mogą być tańsze w produkcji i w eksploatacji od samolotów załogowych, przeznaczonych do tych samych celów wojskowych.

Operacyjno-strategiczne bezzałogowe systemy rozpoznania powietrznego

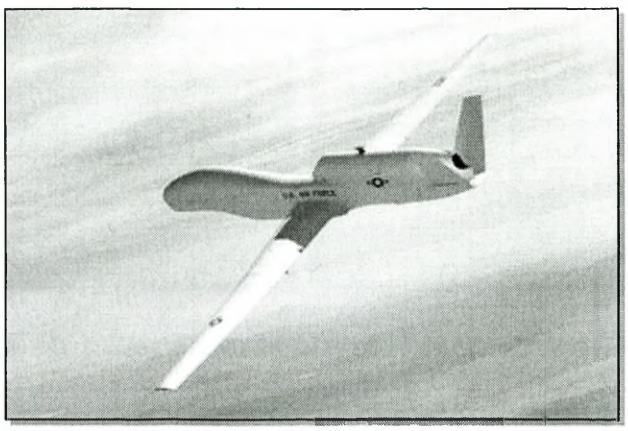
Systemy HAE UAV (The High Altitude Endurance UAV) tworzą samoloty bezzałogowe *Global Hawk* I *Dark Star* i oraz ich segmenty naziemne (CGS - Common Ground Segment). Wymienione statki powietrzne są komplementarne wyposażeniem i zdolnościami bojowymi. *Dark Star* posiada możliwość penetrowania i przetrwania w obszarach o silnej obronie przeciwlotniczej. *Global Hawk* posiadający większy zasięg, wytrzymałość i bogatsze wyposażenie, może przekazywać całościowy (szeroki) obraz pola walki potrzebny wyższym szczeblom dowodzenia. CGS zapewniają współpracę pomiędzy statkami powietrznymi i elementami architektury C4I. Ponadto, zajmują się startem i odzyskiwaniem (LRE) i kierowaniem przebiegiem misji rozpoznawczych (MCE). System HAE UAV jest środkiem bojowym o bezprecedensowym stopniu zaawansowania technologicznego, szerokim wachlarzu możliwości rozpoznawczych i dużej elastyczności. System został zaprojektowany do działań rozpoznawczych w fazie bezpośrednio poprzedzającej misje uderzeniowe i do kontroli rezultatów uderzeń. Ponadto może prowadzić różne misje rozpoznawcze o charakterze stałym (ciągłym) i sporadycznym na konkretne zapotrzebowanie. Jest przystosowany do uzupełniania innych misji rozpoznawczych.

Tier II Plus *Global Hawk* oficjalnie zwany Conventional High Altitude Endurance, *Global Hawk* jest systemem przeznaczonym do wykonywania długodystansowych misji o znaczeniu operacyjno-strategicznym. W opinii ekspertów, *Global Hawk* umożliwia uniknięcie konieczności operowania z baz leżących blisko celu (jak

w przypadku *Predatora* operującego na Bałkanach). Dzięki znacznym rozmiarom oraz bogatemu wyposażeniu nawigacyjno-rozpoznawczemu samolot spełnia rolę współczesnego U-2. Startując z bazy lotniczej, położonej na terenie USA, bez tankowania w powietrzu może osiągnąć dowolny punkt na kuli ziemskiej. Podczas lotu dane przesyłane są w czasie zbliżonym do rzeczywistego.

System nawigacyjny *Global Hawka* składa się z precyzyjnego inercjalnego systemu INS oraz systemu satelitarnego GPS, takiego jak w *Dark Star*. Aparat jest wyposażony w pasywne i aktywne systemy zakłócające: odbiornik opromieniowania, układ zakłócający, wyrzutnie flar termicznych oraz holowaną pułapkę - pozorny cel (decoy). W połączeniu z niską wykrywalnością oraz dużym pułapem operacyjnym samolot jest trudny do wykrycia i zniszczenia. *Global Hawk* wyposażono w dwa podskrzydłowe węzły podwieszeń, na których może przenosić ładunki do 500 kg.

Istotną cechą operacyjną wyróżniającą projekt *Global Hawk* (podobnie jak i *Dark Star*) jest niezależność działania. Samoloty te zostały zaprojektowane jako obiekty latające, zdolne do wykonywania autonomicznych lotów bez udziału operatora. Według specjalistów, na płatowcach zamontowane zostały najnowsze komputery o ogromnych możliwościach. Przejęły one rolę kontrolera i operatora lotu. Niemniej jednak, aktualnie wykonywane zadanie może być w dowolnej chwili skorygowane przez operatora, z wykorzystaniem naziemnego lub powietrznego systemu dowodzenia. System naziemny zasadniczo składa się z dwóch komponentów: stacji startu i lądowania oraz ośrodka kontroli i łączności. Oba wyposażone są w mobilne kontenery. System naziemny jest mobilny. Po załadowaniu na specjalne palety może być przetransportowany wraz z personelem, przez jeden samolot transportowy C-5 Galaxy lub dwa C-17 Glob Master.

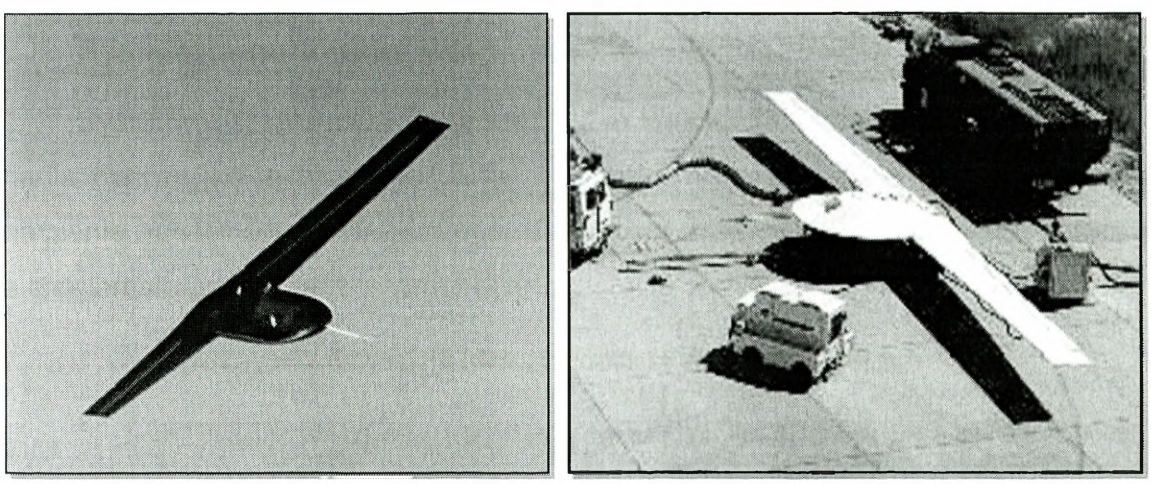


Rys. 2.18. RQ – 4 Global Hawk w locie

Global Hawk identyfikowany jako konwencjonalny bezzałogowy statek powietrzny do działań z dużych wysokości HAE, albo *Tier* II Plus UAV, będzie obiektem doświadczalnym dla opracowania wymagań statku powietrznego dla zadań dalekiego zasięgu i nadzoru (monitorowania) dużego (rozległego) obszaru oraz długotrwałego pobytu w powietrzu nad obszarem przeciwnika. *Global Hawk* będzie rozpoczynał misję spoza obszaru działań bojowych, wchodząc na teren przeciwnika i prowadząc długotrwałe misje tylko w obszarach od niskiego do średniego (umiarkowanego) ryzyka. System może dokonywać wglądu w obszary wysokiego zagrożenia (ryzyka) dzięki sensorom EO/IR oraz SAR. Dzięki niespotykanie dużemu zasięgowi *Global Hawk*, obserwacja obszaru przyszłych działań jest możliwa na wiele dni przed przerzutem wojsk i rozpoczęciem operacji bojowych Wysoka zdolność do przetrwania jest zapewniona dzięki lotom na dużej wysokości i środkom samoobrony.

Bezzałogowy system rozpoznania powietrznego Tier III Minus *Dark Star*

Tier III Minus *Dark Star* jest to bezzałogowy statek powietrzny średniego zasięgu. Układ aerodynamiczny był opracowany w zakładach Skunk Works firmy Lockheed, można więc w projekcie zauważyć wpływy technologii stealth, w której firma się specjalizuje (producent m.in. U-2 oraz F-117). *Dark Star* został zaprojektowany w układzie aerodynamicznym latającego skrzydła, z wyraźnie wydzieloną przednią, nosową częścią kadłuba. Spłaszczony, szczątkowy kadłub ma kształt półelipsy (w rzucie z góry).



Rys. 2.19. Dark Star podczas przygotowania do lotu i w locie [88]

[88] Źródło: http://www.fas.org/irp/program/collect/uav.htm

Niekonwencjonalne, nowatorskie rozwiązania zastosowane w jego konstrukcji mają zapewnić niski poziom wykrywalności we wszystkich zakresach: radarowym, w podczerwieni, a także akustycznym oraz wzrokowym. Samolot jest oryginalnie malowany: dolna cześć płatowca ma kolor czarny, górna - biały. Zastosowano farby silnie pochłaniające promieniowanie elektromagnetyczne. Producent zapewnia, iż wskaźnik wykrywalności w postaci RCS (radar cross section – skuteczna powierzchnia odbicia r/lok.) ma być mniejszy od wskaźników określonych dla Lockheed F-117 oraz Northrop B-2[89].

Dark Star przeznaczony jest do wykonywania zadań rozpoznawczych szczególnie w rejonach o dużym nasyceniu środkami przeciwlotniczymi. Wyposażenie stanowią podobne urządzenia jak w Tier II. W specjalnym wewnętrznym zasobniku może on zabierać czujniki optoelektroniczne, a przy złej pogodzie radiolokator Westinghouse typu SAR z elektroniczną syntezą obrazu[90]. Według udostępnionych informacji czujniki rozpoznawcze mogą w ciągu godziny zebrać dane z terenu o powierzchni około 5000 km^2. Obecnie program ten został zarzucony, a jego wersją rozwojową jest projekt *Strike Star*.

Dark Star będzie przekazywał niezbędne informacje wywiadowcze znad silnie strzeżonych obszarów. Projekt płatowca samolotu uwzględnia zastosowanie środków zwiększających przetrwanie, takich jak technologie zmniejszające możliwość wykrycia (stealth). Samolot będzie wchodził w strefę rozpoznania uaktywniając systemy i środki SAR i EO.

Systemy bezzałogowe Rosji

Systemy bezzałogowe Rosji prezentuje koncepcja systemu samolotów rozpoznania operacyjno-taktycznego „Stroj" i samoloty rozpoznawcze oraz uderzeniowe znaczenia operacyjno-strategicznego. Koncepcja systemu „Stroj" zawiera następujace elementy:

- Taktyczny – „Stroj-P" (szczebel pułku, stąd P), nazwa aparatu *Pczeła*;
- Operacyjno-taktyczny – „Stroj-A" (armijny) nazwa aparatu *Diatieł*;

---

[89] A. Kozakiewicz, M. Wróblewski, P. Zalewski, *Amerykańskie bezpilotowe statki powietrzne programu Tier*, PWL i OP, nr 10/2000.

[90] T. Hypki, *Informacja bez ryzyka*, Skrzydlata Polska nr 2/96, s. 14-15.

- Strategiczny – „Stroj-F" (szczebel frontu), nazwa aparatu *Korszun*[91];

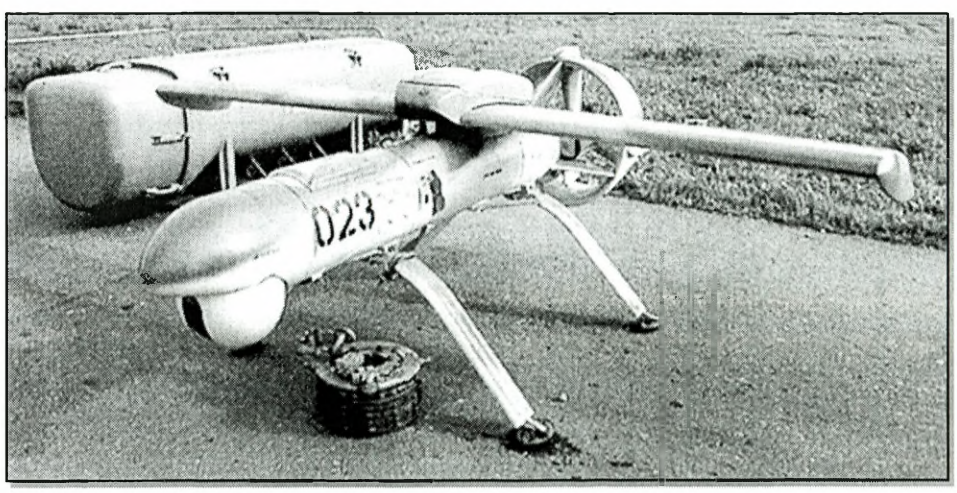
Oddzielnym programem był *Orioł*, mający zastosowanie strategiczne.

Kompleks „Stroj-P", wraz z aparatem *Pczeła* (Jak-60) przeznaczony był dla wojsk desantowych, w związku z czym postawiono ostre wymagania co do jego rozmiarów i masy. Ponieważ wymiary kontenera wynosiły 580x600x200 starano się, aby masa startowa nie przekroczyła 60 kg (to ostatnie nie udało się, ostatecznie masa aparatu wyniosła 100 kg).

W zależności od zestawu zabieranego wyposażenia aparat może służyć do wykonywania dwóch zadań:

- w wersji 1TM prowadzi obserwację pola walki w dzień za pomocą kamery TV, z której obraz przekazywany jest do stanowiska naprowadzania,
- w wersji 1PM zabiera na pokład aparaturę elektroniczną służącą do zakłócania pracy łączności radioliniowej w systemie dowodzenia wojskami przeciwnika na szczeblu taktycznym[92].

Start samolotu wykonywany jest z transportera z pomocą dwóch przyspieszaczy rakietowych na paliwo stałe, a lądowanie za pomocą spadochronu i balonu nadmuchiwanego sprężonym powietrzem.

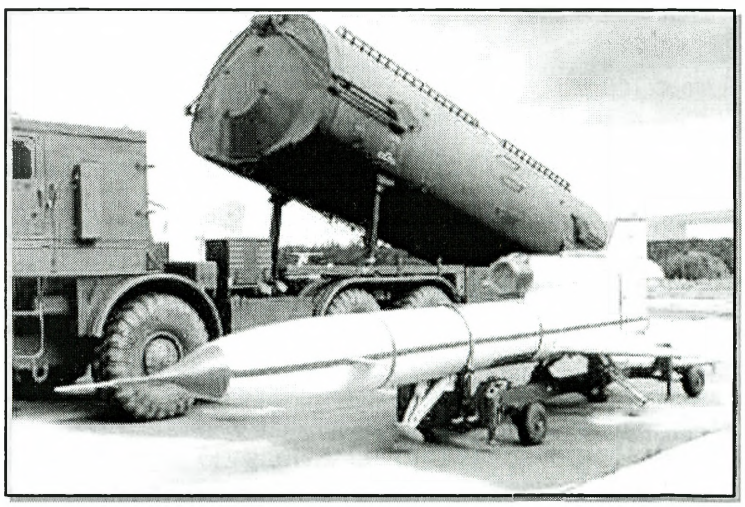


Rys. 2.20. Pczeła-1M [93]

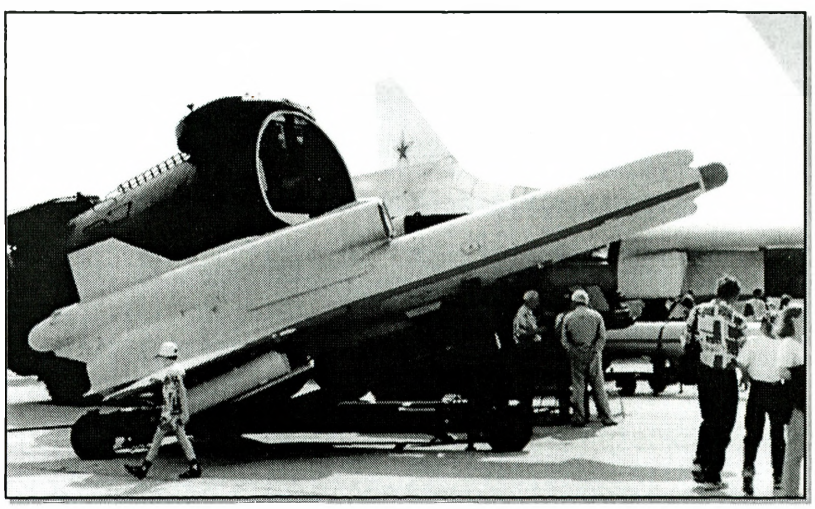
[91] P. Butowski, *Lotnictwo wojskowe Rosji*, tom II Bezpilotowe aparaty elektroniczne, 1997, s. 95.
[92] Tamże, s. 95.
[93] Źródło: http://www.aeronautics.ru/nws001/tu243/photos.htm

W 1994 roku rozpoczęto produkcję unowocześnionego zestawu *Rejs-D,* około 2 do 3 razy efektywniejszego niż pierwotne zestawy *Rejs*. Prace nad nim rozpoczęły się w 1985 roku. W skład tego zestawu wchodzi BSP Tu-243 o dwukrotnie większym zasięgu (360 km) i dwukrotnie większej głębokości działania za linią frontu (150 km), a minimalna wysokość lotu zmniejszyła się ze 100 do 50 metrów. Założono także nowe urządzenia rozpoznawcze. Produkowany jest on w dwóch wersjach rozpoznania: w podczerwieni i do rozpoznania telewizyjnego.

Najnowszym bezzałogowym statkiem powietrznym przedstawionym przez Rosję na International Air Show w roku 1995 i 1997 jest Tu-300, zdalnie sterowany BSP wielokrotnego użycia, przeznaczony do wykonywania misji rozpoznawczych.



Rys. 2.21. Tu-243 wchodzący w skład zestawu Rejs-D



Rys. 2.22. Nowoczesny rosyjski wielozadaniowy BSP Tu-300[94]

[94] Źródło: http://www.pmulcahy.com/uavs/russian_uavs.html

Aparatura rozpoznawcza umieszczona jest w części dziobowej BSP, a co więcej kadłub aparatu posiada belki podwieszeń, na których może być zainstalowane inne wyposażenie. Specjaliści twierdzą, że jest on w stanie wykonywać misje uderzeniowe. Aparat ten wykonuje start z samobieżnej wyrzutni z pomocą dwóch przyspieszaczy rakietowych. Długotrwałość lotu wynosi 1 do 2 godzin (ze zbiornikiem podwieszanym), prędkość 950 km/h, a wysokość lotu 200 do 6000 metrów; jego maksymalny zasięg to 500 km z wykorzystaniem zbiornika podwieszanego. *Tu-300* może przenosić niewielkie, naprowadzane laserowo bomby przeciwpancerne w komorze umieszczonej w przedniej części kadłuba, a na zewnętrznej belce podwieszeń zasobnik kasetowy wielokrotnego użytku z bombami małego wagomiaru KMGU.

Bezzałogowe samoloty bojowe

Informacje o pracach nad pierwszymi demonstratorami bojowych bezzałogowych statków powietrznych (UCAV - Unmanned Combat Air Vehicle), pojawiały się w prasie lotniczej na początku lat 90-tych. Początkowo, były to jedynie czyste spekulacje nad możliwościami i korzyściami, jakie płynąć by mogły z ich ewentualnego zastosowania bojowego.

W tym samym czasie - w cieniu dziennikarskich dywagacji - w wielu biurach projektowych, do możliwości opracowania sprawnych bojowo bezzałogowych statków powietrznych, podchodzono z pełnym profesjonalizmem, tworząc pierwsze awangardowe koncepcje przyszłych bojowych BSP, a być może również i latające prototypy w warunkach zachowania największej tajemnicy.

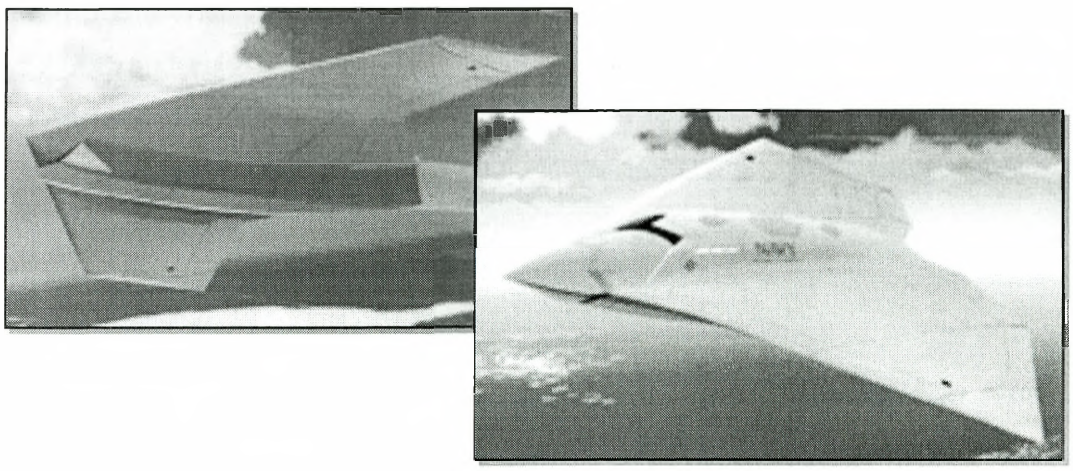
Około 1998 roku, prasa lotnicza została praktycznie zasypana lawiną szkiców i grafik komputerowych, ukazujących wizerunki przyszłych bezzałogowych maszyn bojowych. Większość z nich, o trójkątnym lub deltoidalnym kształcie płatowca, pozbawiona była jakichkolwiek stateczników pionowych i wyraźnie sygnalizowała, że dominującą cechą bojowych BSP, będzie technologia stealth.

Koncepcje Northrop Grummn

W latach 1997 - 1998 dwa bardzo ciekawe rozwiązania bojowych BSP zaproponował Northrop Grumman. Łączyły one trzy podstawowe cechy:

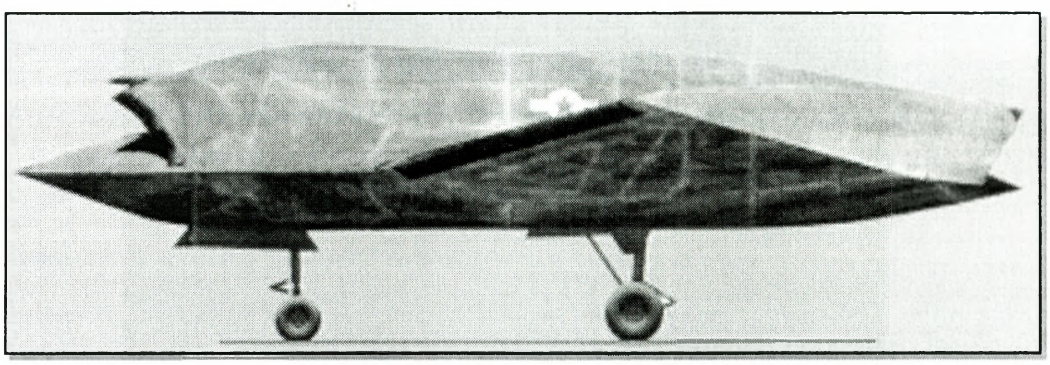
- były niewielkich rozmiarów, co umożliwiało ich przenoszenie na pokładach samolotów transportowych;

- podporządkowano je ścisłym wymogom technologii stealth;
- w chowanych lukach spodniej części płatowca, mogły przenosić pociski samonaprowadzające.



Rys. 2.23. Koncepcje bojowych BSP Lockheed Martina [95]

Pierwszym z tych projektów, był bojowy BSP określany jako *Mewa*, co zawdzięczał niekonwencjonalnej, łamanej powierzchni skrzydeł, nie tylko zmniejszającej wymiary samolotu, ale poprawiającej stateczośc, a także podnoszący jego odporność na przeciążenia. Koncepcja Bojowego BSP *Mewa* w wielu elementach stanowiła kontynuację oblatanego kilka lat wcześniej demonstratora McDonnell Douglas. Niektóre dane techniczne bojowego BSP *Mewa*: długość ~ 7.5 m., rozpiętość ~ 9.0 m., zasięg ~ 1400 km.

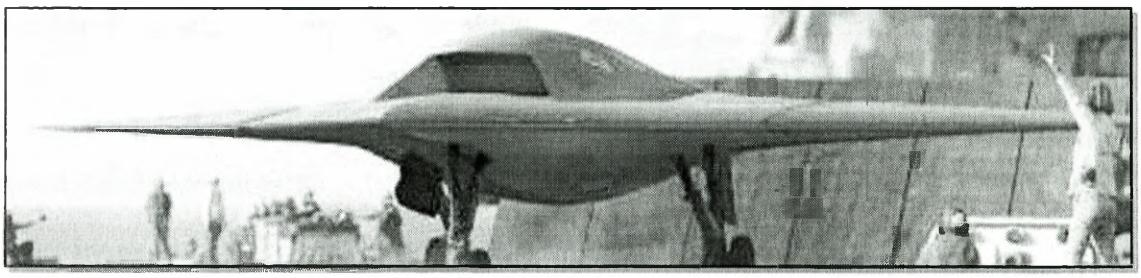


Rys. 2.24. Bezzałogowy bojowy statek powietrzny Mewa[96]

[95] Źródło: http://www.invisible-defenders.org/programs/uavs/x-45c.htm
[96] Źródło: http://www.invisible-defenders.org/programs/uavs/x-45c.htm

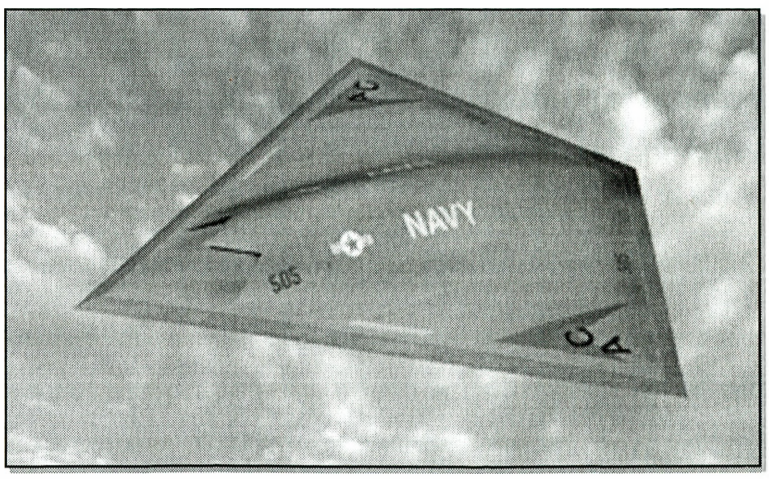
Drugą zaproponowaną nieco później propozycją firmy Northrop Grumman na przyszły bojowy BSP, był samolot o konfiguracji latającego skrzydła, praktycznie do złudzenia przypominający bombowiec stealth B-2 *Spirit*, tyle że kilka razy mniejszy.

Z następnym awangardowym projektem bojowego BSP - tym razem opracowanego przez doświadczony Northrop Grumman - opinia publiczna mogła się zapoznać z początkiem 2001 roku.



Rys. 2.25. Northrop/Grumman X-47a Pegasus[97]

Po wstrzymaniu 7 stycznia 1991 roku produkcji niewidzialnego dla radarów samolotu A-12 *Avenger II*, Amerykańska Marynarka Wojenna pozostała jedyną formacją armii USA, bez rychłych perspektyw na otrzymanie samolotu wykonanego w nowoczesnej technologii stealth. Stan taki trwał do początków roku 2001, kiedy to 27 lutego w trakcie ceremonii otwarcia powstałego w Kalifornii ośrodka nowych technologii (ASDC), korporacja Northrop Grumman zaskoczyła przybyłych gości konstrukcją o kosmicznym wyglądzie.



Rys. 2.26. Northop X-47A Pegasus

[97] Źródło: http://www.invisible-defenders.org/programs/uavs/x-47a.htm

Northop X-47A *Pegasus* stanowi część realizowanego przez DARPA i US Navy programu studyjno-projektowego, mającego na celu opracowanie morskiej wersji bojowego BSP. W przyszłości maszyny te mają być standardowo używane przez US Navy w trakcie prowadzonych z pokładów lotniskowców akcji przełamywania obrony powietrznej przeciwnika, bezpośrednich uderzeń na wrogie cele i misji rozpoznawczo-patrolowych.

Mający kształt idealnego rombu *Pegasus* pozbawiony jest jakichkolwiek stateczników pionowych. Całość płatowca wykonana jest w znacznym procencie z materiałów kompozytowych. Jeżeli projekt *Pegasusa* spełni wymagania DARPA i US NAVY, to na jego bazie powstanie pierwszy produkowany seryjnie morski bojowy samolot bezzałogowy.

W kontekście takiej perspektywy, już teraz wiadomo, że seryjny *Pegasus* będzie legitymować się o wiele lepszymi parametrami, niż jego badany obecnie demonstrator. Prawie dwukrotnie zwiększy się masa użyteczna, co pozwoli na załadunek około 900 kg uzbrojenia. Poprawiona zostanie również wytrzymałość konstrukcji, która docelowo ma znosić przeciążenia aż 15 g.

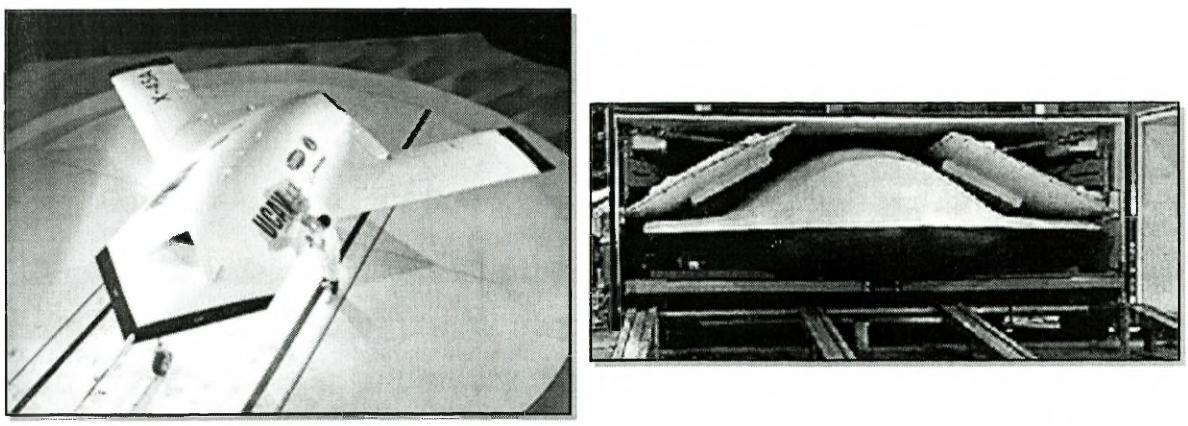
W dniu 19 lipca 2002 r. odbyły się pierwsze naziemne testy prototypu X-47A *Pegasus* mające na celu ocenę sterowności, oraz poprawności reagowania na niektóre komendy. Badania odbyły się w China Lake na terenie Naval Air Warfare Center Weapons Dovision.

X-47A jest kolejnym po B-2 *Spirit* projektem korporacji Northropa nawiązującym do pionierskich prac jej twórcy Johna C. Northropa nad latającymi skrzydłami. Wiele wskazuje, że w prace nad bezzałogowcem o układzie latającego skrzydła firma Northrop zaangażowana była już w latach 70-tych podczas opracowywania na zlecenie CIA i USAF zdalnie sterowanego pojazdu określanego jako *THAP*, a później w latach 80-tych jego następcy - tajemniczego statku TR-3A *Black Manta*.

Lockheead X-45A

Wymieniony statek powietrzny, podobnie jak odtajniony kilka miesięcy później projekt Northrop Grumman X-47A, jest bezogonowcem, pozbawionym zarówno pionowych jak i poziomych stateczników, oraz wywodzi się z doświadczeń zdobytych w trakcie prac nad demonstratorem.

Głównym założeniem w konstruowaniu przyszłych bojowych BSP, ma być ich niezwykle niska cena. Do budowy powłoki X-45A wykorzystuje się technologię opartą na kompozytach grafitowo-epoksydowych. Innym sposobem na redukcję kosztów jest wykorzystanie w X-45A wielu podzespołów sprawdzonych już w samolotach seryjnych, takich jak: hydrauliczne układy sterowania przedniej części podwozia (myśliwiec F-5), czy oprogramowanie systemu elektronicznego.



Rys. 2.27. Bojowy BSP Lockheed X-45A i kontener do transportu[98]

Seryjny już X-45, będzie posiadać dwa chowane w spodniej części kadłuba luki na pociski samonaprowadzające, przeciwradiolokacyjne oraz bomby kierowane. Już teraz, tworzone są także inne systemy automatycznego uzbrojenia, jak: bomby kierowane SSB, czy pociski do automatycznego lokalizowania i niszczenia celów LOCAAS. Niektóre dane techniczne X-45A: rozpiętość - 10.3 m, długość - 8.08 m, wysokość - 2.04 m, masa całkowita - 6800 kg, masa użyteczna - 1350 kg, zasięg - 1150 km, silnik - Honeywell F124 ze zmiennym wektorem ciągu.

272 UAV *Shark*

Już w kwietniu 1998 roku kilka szwedzkich firm rozpoczęło wspólne opracowywanie koncepcji dla przyszłego bojowego samolotu bezzałogowego w ramach programu NFFP (Nationeltt Flygtekniskt Forsknings Program - Lotniczy Narodowy Program Badawczy). Pierwszym etapem tych prac (trwającym od kwietnia do czerwca 1998 r.), była faza studialna, mająca na celu teoretyczne określenie aż dziewięciu różnorodnych aerodynamicznie rodzajów UCAV.

Jeden z nich - oznaczony jako 272 UAV *Shark* - został następnie poddany testom w tunelu aerodynamicznym (marzec 1999). Szwedzi, którzy podobnie jak inne

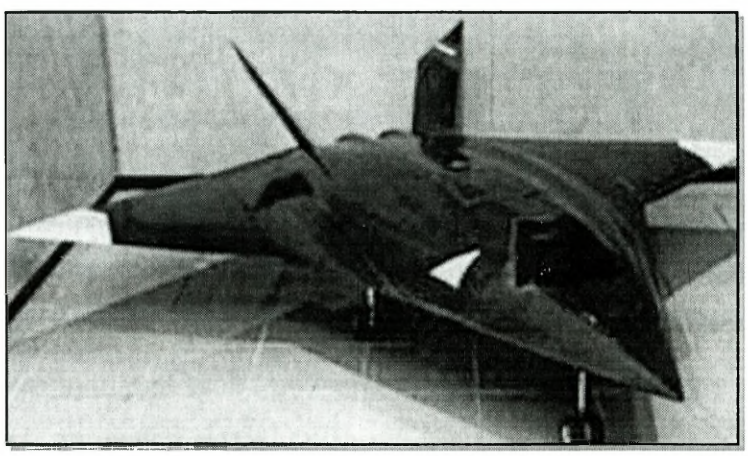
[98] Źródło: http://www.invisible-defenders.org/programs/uavs/x-47a.htm

kraje europejskie mają duże zaległości (w porównaniu ze Stanami Zjednoczonymi) w badaniach nad technologią stealth, próbują teraz upiec dwie pieczenie na jednym ogniu.

Efektem tych dążeń, ma być flotylla niezwykle zaawansowanych bezzałogowców bojowych, które jak się zakłada prawdopodobnie już za kilkanaście lat staną się podstawowym elementem szwedzkich sił powietrznych. Będą one mogły - podobnie jak ich amerykańskie odpowiedniki - wykonywać bojowe misje wspólnie z nadzorującymi je samolotami załogowymi, ale będą stanowić obiekty niewidzialne dla radaru.

Dassault Aviation *Petit Duc*

Współdziałająca od kilku lat z brytyjską BAe i wymieniająca z nią doświadczenia nad obiektami bezzałogowymi francuska firma Dassault Aviation, już 18 lipca 2001 roku przeprowadziła pierwszy udany (10-cio minutowy) lot własnego demonstratora bojowego BSP. Aparat ten określany jako *Petit Duc* (Mały Książę) jest nie tylko wyjściową konstrukcją do opracowania w przyszłości całej rodziny bojowych BSP, ale stanowi także obiekt niezwykle zaawansowany pod względem zastosowanej w nim technologii stealth, o czym dobitnie świadczyć może wielkość jego echa radarowego (RCS) porównywalna z małym ptakiem.



Rys. 2.28. Dassault Aviation Petit Duc

Pod względem kształtu płatowca, *Petit Duc* jest statkiem powietrznym zupełnie unikalnym. Trójkątne skrzydła gładko przechodzą w mający identyczny układ kadłub, zaopatrzony w tylnej części w dwa lekko ukośne stateczniki pionowe. Sfinansowany przez francuskie ministerstwo obrony, projekt *Petit Duc* w ciągu dwóch lat powinien

doczekać się swojego nieco większego następcy, nazwanego tymczasowo *Moyen Duc* (Średni Książę).

Jeżeli na bazie doświadczeń, jakie Dassault Aviation z pewnością zdobędzie podczas badania własnych demonstratorów BSP powstaną w przyszłości ich sprawne bojowo wersje, to podobnie jak w przypadku projektów amerykańskich, będą one większość misji wykonywać wraz z samolotami załogowymi, być może *Rafale*.

Prognozy dla bojowych BSP

Przyszłe bojowe BSP powinny być w całości wykonane z materiałów kompozytowych. Na razie w kontekście bojowego zastosowania BSP używa się najczęściej terminu - broń pierwszego dnia wojny. Głównym założeniem wojskowych strategów wdrażających prace nad BSP, była chęć wyeliminowania zagrożenia dla pilota, przełamującego obronę przeciwlotniczą wroga. Zarówno wojny w Zatoce Perskiej, Jugosławii, a ostatnio Afganistanie, potwierdziły pewien szablon wstępnych działań wojennych, których podstawowym elementem jest dokonywana z powietrza neutralizacja jednostek dowodzenia, lotnisk i węzłów komunikacyjnych mająca za zadanie sparaliżowanie wojsk przeciwnika. Misje takie pomimo zastosowania nowoczesnych samolotów *stealth*: F-117 i B-2, nie zawsze kończą się sukcesem co potwierdziło zestrzelenie 28 marca 1998 roku przez Jugosłowian pierwszej z wyżej wspomnianych konstrukcji. Kiedy akcje takie powierzy się statkom bezzałogowym, przynajmniej jeden problem - czyli dostanie się pilota zestrzelonej maszyny do niewoli - zostanie zlikwidowany.

Obecnie opracowanie bojowych bezzałogowych statków powietrznych mogących automatycznie prowadzić równorzędną walkę z maszynami załogowymi stoi pod znakiem zapytania i uzależnione jest od rozwoju oprogramowania elektronicznego oraz powstania bardziej skomplikowanych algorytmów matematycznych, przewidujących wszystkie sytuacje walki powietrznej. Wymaga to jeszcze wielu lat badań i testów, w których znaczący udział będą mieć z pewnością doświadczenia zdobyte nad takimi demonstratorami bojowych BSP jak: amerykańskie X-45A i X-47A, czy europejskimi *Shark* i *Petit Duc*, oraz nowymi, które powinny powstać na przestrzeni kolejnych lat, a może nawet miesięcy[99].

---

[99] Samoloty Bezzałogowe - Czarne Projekty - Tajne Technologie. Copyright by Bartosz Rdułtowski, 2001-2002.

Tymczasem około 2010-2015 roku powinny pojawić się pierwsze dywizjony wyposażone w bojowe bezzałogowce, które będą zdolne do automatycznego wykrywania, namierzania i niszczenia celów naziemnych, a także służyć będą jako zdalnie sterowana eskorta maszyn załogowych w trakcie wspólnie wykonywanych misji.

Według opinii fachowców, w przyszłości bezzałogowe samoloty rozpoznawcze powinny stanowić niezwykle ważny element walki informacyjnej. Co roku na całym świecie powstają coraz nowsze konstrukcje tego typu. W Stanach Zjednoczonych już tylko kwestią kilku lat jest całkowite wycofanie ciągle modernizowanego Lockheed U-2 *Dragon Lady*, który podzieli tym samym los wycofanego ostatecznie w 1998 roku słynnego Lockheed SR-71 *Blackbird.*

Na razie na miejsce "doświadczonego" U-2, szykowane są systemy: *Predator* i *Global Hawk*, których zadaniem będzie nie tylko dostarczanie informacji określanych jako szpiegowskie, ale przede wszystkim zagwarantowanie bieżących obrazów i danych z pola walki. Informacje te, mają być przekazywane za pośrednictwem GPS do naziemnych ośrodków dowodzenia, oraz na pokład samolotów bojowych, umożliwiając im tym samym natychmiastowe likwidowanie zagrożeń np. wykrytych rakietowych ośrodków obrony powietrznej przeciwnika.

Wojna w Zatoce Perskiej zwróciła uwagę polityków i wojskowych na technologię statków bezzałogowych. Zaowocowało to powstaniem programu *Tier* i późniejszym stosowaniem samolotów bezzałogowych podczas konfliktu bałkańskiego. Później został zainicjowany program rozwoju uderzeniowego BSP, który mógłby efektywnie wykonywać misje SEAD i podjąć walkę ze środkami napadu powietrznego przeciwnika.

Przyszłe BSP będą prawdopodobnie latającymi robotami. Zostaną wyposażone w samouczące się programy, które umożliwiają im „myślenie", podejmowanie decyzji w pewnych granicach, jakie stworzą im komputerowe algorytmy postępowania. Niestety nawet najlepszy programista czy projektant nie potrafi przewidzieć wszystkich ewentualności i popełnia błędy. Kto i w jaki sposób będzie kontrolował taką maszynę pozostaje do rozważenia.

Wnioski

Przegląd rozwoju konstrukcji i zastosowań bezzałogowych statków powietrznych pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- użycie bezzałogowych statków powietrznych w konfliktach zbrojnych potwierdziło ich przydatność na polu walki, szczególnie do prowadzenia rozpoznania oraz określiło nowe obszary ich zastosowania,
- w perspektywie 2025 roku zastosowanie najnowszych systemów nawigacyjnych i odpowiednia konstrukcja płatowca umożliwi BSP wykonywanie zadań na głębokości taktycznej, operacyjnej i strategicznej, co wydatnie zmniejszy ryzyko ponoszenia strat w personelu latającym,
- BSP nowych generacji posiądą zdolność prowadzenia rozpoznania niezależnie od pogody, zarówno w dzień jak i w nocy,
- powietrzno-lądowy wymiar współczesnego pola walki oraz duża dynamika działań powodują, że rozpoznanie naziemne bez wsparcia z powietrza nie będzie w stanie zaspokoić potrzeb na informację,
- użycie BSP w konfliktach zbrojnych potwierdziło ich przydatność nie tylko do prowadzenia rozpoznania, ale również do prowadzenia działań uderzeniowych, dzięki rozwojowi broni kierowanej i samosterującej,
- głównym motorem rozwoju BSP były wyzwania ówczesnego pola walki, które w latach dziewięćdziesiątych określiły kierunki ich rozwoju,
- w przyszłości BSP zostaną wprowadzone powszechnie do uzbrojenia ponieważ potwierdziła się ich przydatność w działaniach zbrojnych, poprzez co staną się one ważnym elementem systemu rozpoznania, a także efektywnym środkiem walki;
- rozpoznawcze bezzałogowe statki powietrzne są środkami stosunkowo tanimi, nie wymagające długotrwałego, kosztownego szkolenia w zakresie ich wykorzystania, zatem należy się liczyć, że już w niedługim czasie staną się one podstawowym elementem systemu rozpoznania naszych sił zbrojnych,
- rozwój BSP zmierza w kierunku stworzenia wysoko wyspecjalizowanych aparatów (latających robotów), które będą w stanie samodzielnie wykonywać misje rozpoznawcze i uderzeniowe,
- przyszłe ugrupowania uderzeniowe prawdopodobnie będą ugrupowaniami mieszanymi, współpracującymi z samolotami załogowymi i urządzeniami rozpoznawczymi, a decyzja o użyciu uzbrojenia powinna leżeć w gestii człowieka,

- użycie rozpoznawczych bezzałogowych statków powietrznych wykorzystujących systemy SATCOM umożliwi przekaz danych rozpoznawczych w czasie rzeczywistym bez względu na szczebel dowodzenia i odległość prowadzenia rozpoznania,

- BSP produkowane będą w technologii *stealth* (mała powierzchnia skutecznego odbicia, znikomy ślad termiczny i akustyczny) co umożliwi im wykonywanie zadań w rejonach silnej koncentracji środków obrony przeciwlotniczej,

- powszechnie stosowaną metodą zdobywania informacji w wojskach lądowych i siłach specjalnych stanie się możliwość rozpoznania najbliższego otoczenia na korzyść wojsk i grup specjalnych z zastosowaniem miniaturowych aparatów latających MBAL, szczególnie w misjach typu „operations rooms", do penetracji kryjówek i naturalnych ukryć terenowych, bez narażania życia żołnierzy grup specjalnych. Aparaty tego typu będą zabezpieczały osiągnięcie przewagi informacyjnej dla dowódców pododdziałów w przypadkach bezpośredniej styczności z przeciwnikiem lub zagrożenia z jego strony,

- wysoce realne i korzystne wydaje się zastosowanie MBAL jako środków pomagających przetrwać załogom zestrzelonych samolotów, a dane dostarczane za ich pomocą mogą udokładniać lub uzupełniać dane pochodzące z innych źródeł,

- BSP będą jedynie uzupełnieniem sił uderzeniowych (szczególnie podczas wykonywania najbardziej niebezpiecznych misji), a nie całkowitym substytutem samolotów załogowych.

Nakreślone kierunki i tendencje rozwoju bezzałogowych statków powietrznych i miniaturowych aparatów latających pokazują nam ich potencjał i możliwości. Ciągle postępująca komputeryzacja urządzeń elektronicznych i elektro-optcznych stwarza nowe możliwości prowadzenia działań przez te środki. Dynamiczny rozwój BSP nie pozwala przewidzieć wszystkich nowych obszarów zastosowań tych środków rozpoznania i walki, które staną się ich udziałem w przyszłości.

2.1.6. Powietrzne systemy rozpoznawczo-uderzeniowe

O przyszłości lotnictwa nie sposób mówić bez wskazania na rolę powietrznych systemów rozpoznawczo-uderzeniowych. Systemy tego typu dokładnie spełniają funkcje konieczne do zintegrowania powietrznych systemów rozpoznania, kontroli i dowodzenia zgodnie z ideą sieciocentrycznego środowiska walki zbrojnej. Przykład rozwoju systemu Joint STARS wskazuje kierunki badań i nowych zastosowań w działaniach powietrzno-lądowych. Systemy rozpoznawczo uderzeniowe przyszłości będą oparte na radarach z syntetyczną projekcją obrazu (tzw. tryb pracy SAR), o zasięgu 250-300 km[100]. Ważnym atrybutem pracy radaru będzie zdolność identyfikacji celów ruchomych (MTI - Moving Target Indicator - Wskaźnik Celów Ruchomych). Działając jako impulsowy radar dopplerowski, będzie on dostarczał on informacji o celach ruchomych znajdujących się w jego zasięgu. Radar będzie wykrywał, lokalizował, identyfikował i śledził wolno poruszające się cele (czołgi, wyrzutnie pocisków balistycznych, samobieżne zestawy artyleryjskie, itp.), a dzięki nowoczesnemu układowi przetwarzania danych będzie w stanie rozróżnić pojazdy kołowe i gąsienicowe[101].

W przypadku konieczności zlokalizowania pojedynczego pojazdu na niewielkim obszarze stosowany przewiduje się tryb pracy zwany SSM (Sector Search Mode - Przeszukiwanie Sektora). Dodatkowym urządzeniem współpracującym z radarem będzie FTI (Fixed Target Indicator - Wskaźnik Celów Nieruchomych), dzięki któremu możliwe jest zlokalizowanie obiektów operacyjno-taktycznych, takich jak mosty, porty, budynki, lotniska lub zaparkowane pojazdy przeciwnika. Nałożenie na siebie obrazów uzyskanych z radaru i FTI umożliwi stworzenie zdjęć lub map wybranych rejonów działań. Dodatkowo, dzięki dołączeniu danych otrzymanych z MTI, który dysponuje możliwością odtworzenia zapisu, będzie można dokonać analizy posunięć przeciwnika w czasie oraz wstępnie ocenić skutki ataku własnych jednostek.

Nadzór nad poprawnością działania wszystkich urządzeń obserwacyjnych (radarowych) sprawuje Podukład Operacyjno - Dowodzący. Umożliwia on także

---

[100] Radar systemu JSTARS wykrywa małowymiarowe obiekty w promieniu do 257 km. Podczas trwającego 8 godzin lotu jeden samolot JSTARS jest w stanie przeszukać obszar o powierzchni ponad 1 mln km^2.

[101] Dodatkowo kryterium prędkości maksymalnej umożliwia wyeliminowanie z obrazu pojazdów poruszających się zbyt szybko, czyli samochodów osobowych. W celu uzyskania dokładnego wizerunku żądanego wycinka terenu obraz radarowy może być powiększony.

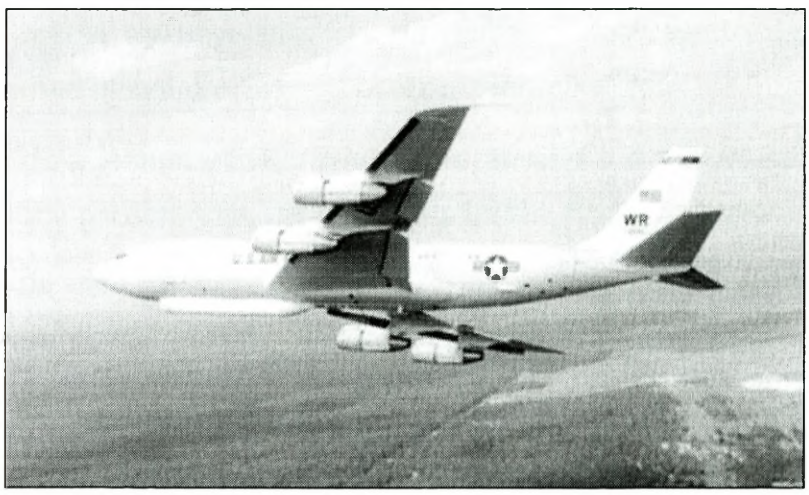
dostęp do całości zgromadzonych danych bezpośrednio na pokładzie samolotu. Architektura systemu pozwala na przetwarzanie danych w czasie rzeczywistym. Obrazy z czujników wyświetlane będą na kolorowych monitorach wysokiej rozdzielczości.

Rys. 2.29. Antena radaru Joint STARS[102]

Przekazywanie informacji z pokładu jednostki powietrznej systemu do własnych oddziałów będzie się odbywać za pośrednictwem kodowanych łączy cyfrowych i komunikacji głosowej. Dane otrzymane za pośrednictwem radarów samolotów przesyłane będą poprzez lokalne sieci posterunków radarowych, do kodowanego, odpornego na zakłócenia Łącza Dozoru i Zarządzania Danymi, które transmituje je do nieograniczonej liczby Mobilnych Stacji Naziemnych. Przy pomocy tego samego łącza możliwe jest również przesyłanie danych pomiędzy różnymi Mobilnymi Stacjami Naziemnymi oraz z Mobilnych Stacji Naziemnych do JSTARS w celu uaktualniania informacji. Interoperacyjność systemu łączności TADIL-J/Link 16 zamontowanego na pokładzie JSTARS z innymi tego typu systemami zapewniają dwa terminale Wspólnego Systemu Rozdzielania Informacji Taktycznych, które umożliwiają np. dostęp do informacji o sytuacji w przestrzeni powietrznej uzyskanych przez samoloty AWACS. Komunikację dalekosiężną - z jednostkami znajdującymi się poza bezpośrednim zasięgiem urządzeń

[102] *FM-34-25-1 Joint Surveillance Target Attack Radar System (Joint STARS)*, Department of the Army, Washington 1995.

JSTARS - zapewnia kodowane łącze satelitarne UHF i SHF, za pośrednictwem którego można przekazywać i odbierać dane cyfrowe i informacje głosowe. System komunikacji głosowej będzie zawierał wyłącznie kodowane radiostacje UHF, które mogą działać niezależnie w trybach przeciwzakłóceniowych lub stałoczęstotliwościowych. Dodatkowo w skład systemu wejdą kodowane radiostacje VHF, które można podłączyć do Jednokanałowego Naziemno - Powietrznego Systemu Radiowego SINCGARS (Single Channel Ground And Airborne Radio System) oraz kodowane radiostacje HF.



Rys. 2.30. Samolot Boeing 707-300B jako platforma powietrzna C-18 systemu Joint STARS

Wszystkie zgromadzone dane i informacje będą bezpośrednio przekazywane do wszystkich komponentów wchodzących w skład własnych sił zbrojnych: satelitów, samolotów i śmigłowców bojowych, patrolowych, zwiadowczych i ratunkowych, okrętów, naziemnych stacji radarowych, oraz centrów dowodzenia i sektorów obrony powietrznej i centrów dowodzenia operacji kombinowanych.

Na przykładzie *Joint STARS* widzimy, że współdziałanie z powietrznym elementem systemu, jest uwarunkowane spełnieniem szeregu wymagań w stosunku do podsystemu rażenia ogniowego, w tym głównie do lotnictwa uderzeniowego. Zgodnie z przyjętymi założeniami, zarówno samoloty uderzeniowe, jak i lotnicze środki rażenia powinny charakteryzować się:

- wystarczającym zasięgiem umożliwiającym zwalczane obiektów znajdujących się w przedziale odległości od 30 do 500 km w głąb ugrupowania przeciwnika;

- wyposażeniem technicznym zapewniającym, w sposób automatyczny przyjęcie, od powietrznego lub naziemnego elementu systemu rozpoznawczo-uderzeniowego, informacji o współrzędnych obiektu uderzenia;
- wyposażeniem nawigacyjno-celowniczym gwarantującym skuteczne naprowadzanie samolotów i zwalczanie obiektu uderzenia;
- dużą odpornością na przeciwdziałanie ze strony aktywnych środków walki przeciwnika. Samoloty uderzeniowe muszą dotrzeć do rejonu obiektu ataku i powrócić do bazy;
- możliwością wykonywania lotu na bardzo niskich wysokościach, szczególnie nad obszarem zajętym przez przeciwnika[103];
- zdolnością jednoczesnego pilotowanie samolotu w warunkach zagrożenia ze strony przeciwnika, jak i naprowadzanie środka rażenia;
- precyzją rażenia, która w zależności od rodzaju środka rażenia powinna zagwarantować trafienie w obiekt w promieniu od 100 do poniżej 1 m;
- dużą skutecznością niszczenia.

Z powyższych uwarunkowań wynikało, że nie każdy samolot uderzeniowy oraz nie każdy lotniczy środek rażenia będzie mógł być użyty do wykonania zadań bojowych w ramach systemu rozpoznawczo-uderzeniowego[104]. Określając ogólne wymagania dotyczące funkcjonowania systemu rozpoznawczo-uderzeniowego jako całości za niezbędne eksperci wojskowi uznali potrzebę pracy systemu według określonego algorytmu[105]:

---

[103] Po doświadczeniach uzyskanych w czasie operacji Desert Storm w 1991 r. normą stało się wykonywanie lotów nad obszarem zajętym przez przeciwnika na wysokościach 5 000 m i powyżej.

[104] E. F. Rybak, J. Gruszczyński, *Joint STARS – rewolucja na polu walki*, op. cit., 45; R. Sławiński, *JSTARS – powietrzny radiolokacyjny system rozpoznania celów naziemnych i kierowania uzbrojeniem*, op. cit., s. 65.

[105] Cykl ten był zbieżny z tym, jaki przewidywano zastosować w systemie rozpoznawczo-uderzeniowym *Assault Breaker*:

- nadzorowanie nakazanego obszaru przez samolot TR-1 oraz wykrywanie obiektów przeciwnika;
- przekazanie pozyskanych informacji rozpoznawczych do stanowiska dowodzenia i kierowania;
- analiza informacji rozpoznawczych przez dowódców;
- ustalenie obiektów, które należy niszczyć oraz dobór odpowiednich środków rażenia ogniowego;
- kontynuacja rozpoznania obiektów przewidzianych do zwalczania przez element powietrznych systemu;

- wykrycie, rozpoznanie i przybliżone zlokalizowanie obiektów, które mają być atakowane (wstępne wykrycie obiektów);
- ocena znaczenia (wartości) wykrytych obiektów;
- wybór obiektów, które powinny być atakowane (decyzja dowódcy);
- rozpoznanie i ocena sytuacji, w celu dokonania wyboru środków do wykonania ataku (wyznaczenie środków do zwalczania poszczególnych obiektów);
- zaplanowanie ataku;
- postawienie zadań podsystemowi rażenia ogniowego oraz podsystemowi rozpoznania do zabezpieczenia wykonania uderzeń;
- dokładne zlokalizowanie obiektów, które mają być atakowane (pełne dane o obiekcie);
- szybkie dostarczenie uaktualnionych danych o obiektach atakującym samolotom uderzeniowym (naprowadzanie samolotów uderzeniowych na obiekt ataku). Konieczne jest również dostarczenie informacji o obronie przeciwlotniczej przeciwnika w rejonie obiektu.

Ważnym atrybutem stacji radiolokacyjnej systemu rozpoznawczo-uderzeniowego, jest technologia SAR (Synthetic Aperture Radar Resolution)[106]. Korzystając z tej technologii można uzyskać wysoką dokładność określenia azymutu położenia obiektów w środowisku walki. Wysoką rozdzielczość osiągnięto dzięki odpowiedniej szerokości wiązki radiolokacyjnej, która z kolei zależy od szerokości anteny radiolokatora (tzw. apretury – powierzchni promieniującej) oraz od zakresu częstotliwości pracy radiolokatora. Pokładowy radiolokator wysyła kilka powtarzających się impulsów w wąskich wiązkach, opromieniowując kolejno ten sam obiekt, w czasie przelotu samolotu systemu rozpoznawczo-uderzeniowego. Odebrane kolejno odbite impulsy są przechowywane w pamięci komputera radiolokatora i nakładane na siebie, coraz bardziej zawężając zmierzony do obiektu azymut. W ten sposób uzyskuje się niezwykle dokładny pomiar azymutu do danego obiektu oraz sztucznie wydłuża

---

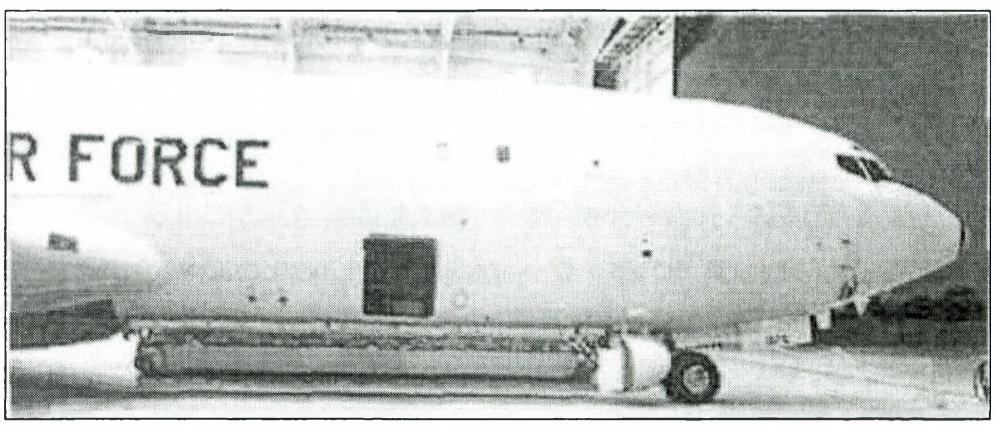
- start środków rażenia ogniowego w celu zniszczenia wskazanych obiektów;
- niszczenie obiektów przeciwnika przez środki rażenia ogniowego.

Transformation and Transition: DARPA's Role in Festering and Emerging Revolution in Military Affairs, op. cit., s. IV-13.

[106] *Transformation and Transition: DARPA's Role in Festering and Emerging Revolution in Military Affairs,* op. cit., s. V-13; *Joint STARS*: www.fas.org/irp/program/collect/jstars.

się długość anteny radaru, do długości równiej przebytej przez samolot trasy lotu. Natomiast, dokładny pomiar odległości osiąga się poprzez modulację impulsu. Modulacja impulsu powoduje, że w danym obszarze zbliżonych parametrów w wycinku modulacji impuls jest niezwykle krótki, ale zachowuje się jego rzeczywistą (zmodulowaną) długość, co zapewnia odpowiednią moc.

Wykorzystanie technologii SAR w budowie radiolokatora pokładowego dla systemu rozpoznawczo-uderzeniowego *Joint STARS* możliwe było dzięki zaawansowanej obróbce cyfrowej (tzn. dużej mocy przeliczeniowej komputerów pokładowych). Zanim osiągnięto odpowiednie moce przeliczeniowe komputerów pokładowych obraz w technologii SAR był wytworzony po pewnym czasie. Dopiero postęp w tej dziedzinie umożliwił przygotowanie obrazu w czasie rzeczywistym.



Rys. 2.31. Radar pokładowy AN/APY-3 używany na samolocie E-8C systemu Joint STARS

Źródło: G. Hołdanowicz, AGS: różne koncepcje jeden cel, op. cit., s. 21

Kolejną technologią, bez zastosowania której niemożliwym byłoby osiągnięcie założonych wymagań dotyczących radiolokatora pokładowego systemu rozpoznawczo-uderzeniowego *Joint STARS* była technologia MTI. Dzięki tej technologii uzyskano zdolność rozróżniania obiektów naziemnych, poruszających się z prędkością większą od 5 km/h, a także wolno poruszających się obiektów powietrznych[107]. Jednakże dopiero dzięki połączeniu technologii SAR z technologią MTI możliwym stało się w pełni spełnienie wymagań skierowanych do radiolokatora pokładowego systemu rozpoznawczo-uderzeniowego *Joint STARS*. Zaakceptowany przez ekspertów wojskowych nowy radiolokator pokładowy (AN/APY-3) sytemu *Joint STARS* pracu-

[107] E. F. Rybak, J. Gruszczyński, *Joint STARS – rewolucja na polu walki*, op. cit., 45.

jąc w centymetrowym zakresie (3 cm) wykrywa z dużą wiarygodnością tysiące obiektów punktowych poruszających się z dowolną prędkością na obszarze o powierzchni 50 000-90 000 km^2 i na głębokości do 300 km w głąb ugrupowania przeciwnika. Rozdzielczość zobrazowania, jakie zapewnia radiolokator pokładowy AN/APY-3 jest porównywalna z rozdzielczością zdjęć fotograficznych.

Układem nadawczym radiolokatora pokładowego AN/APY-3 jest liniowa antena z szykiem fazowym montowana w owiewce pod przednią częścią kadłuba samolotu systemu *Joint STARS*. Antena ma długość 7,3 m i składa się z 456 przesuwników fazowych, zapewniających elektroniczne sterowanie charakterystyką wiązki antenowej. Prędkość elektroniczna sterowania wynosi 180^0 na sekundę w sektorze 60^0, a szerokość charakterystyki antenowej elewacji – $3,5^0$. Zmiana nachylenia charakterystyki antenowej w elewacji odbywa się w sposób mechaniczny, poprzez skręt w płaszczyźnie pionowej całej konstrukcji anteny. Aby zapewnić symetryczną obserwację terenu po obydwu stronach samolotu systemu, antena może obracać się wokół swojej osi podłużnej o kąt 180^{0108}.

Układem odbiorczym radiolokatora pokładowego AN/APY-3 systemu *Joint STARS* jest zespól urządzeń zapewniający, w oparciu o wyselekcjonowanie drobnych różnic w modulacji odbitych od obiektów sygnałów, określenie rodzaju obiektu (pojazdy kołowe, gąsienicowe, śmigłowce w zawisie i lecące na małych wysokościach oraz stacje radiolokacyjne z ruchomymi antenami), a także śledzenie obiektów ruchomych na tle obiektów zniszczonych i nieaktywnych, bez względu na warunki atmosferyczne.

Wyniki przeprowadzonych badań nad pokładową stacją radiolokacyjną AN/APY-3, łączącą technologie SAR z technologią MTI pokazały, że pracując w zakresie SAR system *Joint STARS* może: poprzez analizę obrazu potwierdzić położenie obsadzonych lub nieobsadzonych stanowisk ogniowych artylerii, rakietowych i artyleryjskich zestawów przeciwlotniczych oraz zobrazować położenie pozycji obronnych, w tym okopów (poprzez obserwację ruchu na nich).

Prowadząc rozpoznanie radiolokacyjne pola walki na zakresie SAR system *Joint STARS* nie może: „widzieć" za wzgórzami i przeszkodami terenowymi; określić typu wykrytych pojazdów, a jedynie stwierdzić ich obecność; nie jest zdolny samo-

---

[108] G. Hołdanowicz, *AGS: różne koncepcje jeden cel*, „Raport" nr 3, Warszawa 2001, s. 21

dzielnie wykryć pozycji ogniowych zestawów przeciwlotniczych (wydzielić je samodzielnie spośród innych obiektów), ani budować obrazu sytuacji w skali całego obszaru zainteresowania (ze względu na relatywnie mały obszar obserwacji w stosunku do zakresu MTI). Pracując na zakresie MTI system *Joint STARS* może: zaobserwować pojazdy większe od samochodu osobowego poruszające się z prędkością ponad 5 km/h, wolno poruszające się samoloty lub śmigłowce; zobrazować ruch konwojów, określając kierunek, prędkość poruszania się, i aktualne położenie; zobrazować „wąskie gardła" określone przez analizę ruchu; zobrazować funkcjonujące mosty i przeprawy poprzez wykrycie na nich ruchu; określić możliwe położenie stanowisk dowodzenia, baz logistycznych, rejonów postojów (np. poprzez obserwację ruchu i oznaczenie punktów, gdzie ruch zanika; klasyfikować obiekty (pojazdy gąsienicowe, kołowe i pojazdy nieznanych typów) [109]. W zakresie MTI system *Joint STARS* z kolei nie może: „widzieć" za wzgórzami i przeszkodami terenowymi, rozróżnić np. T-72 od T-55 w czasie ich ruchu, zobrazować stałych punktów oporu oraz ich charakterystyk, wykrywać ludzi poruszających się po ziemi albo wykrywać lub śledzić lecące pociski balistyczne.

Jedną z najważniejszych funkcji modernizowanego radaru pokładowego systemu *Joint STARS* będzie możliwość pomiaru wielkości śledzonych obiektów (a co za tym idzie pomijanie obiektów mniejszych od standardowych, stanowiących mniejsze zagrożenie) oraz możliwość obserwacji obiektów na podstawie ich konturów powstałych po usunięciu nieruchomego tła (Inverse SAR – tryb odwróconego SAR)[110]. Funkcje te, sprzężone z biblioteką danych o obiektach przeciwnika dają możliwość automatycznego śledzenia z zadanym prawdopodobieństwem najważniejszych i najgroźniejszych obiektów przeciwnika. Pomagają również w rozróżnianiu pojazdów wojskowych kryjących się wśród cywilnych oraz zminimalizowaniu zagrożenia własnych wojsk (wykrywania obrony przeciwlotniczej, unikanie uderzeń na jednostki własne i sprzymierzone). Wszystko to jest realizowane w czasie maksymalnie zbliżonym do rzeczywistego[111].

---

[109] *FM-34-25-1 Joint Surveillance Target Attack Radar System (Joint STARS)*, Department of the Army, Washington 1995.

[110] *Joint STARS*: www.fas.org/irp/program/collect/jstars.

[111] Zmodernizowany radar pokładowy jest obecnie montowany na samolotach E-8C systemu rozpoznawczo-uderzeniowego *Joint STARS*.

Oprócz badania i rozwoju radiolokatora pokładowego prowadzona jest modernizacja systemów komputerowych występujących zarówno na pokładzie powietrznego elementu, jak naziemnego elementu systemu rozpoznawczo-uderzeniowego *Joint STARS*. Obecnie trwa proces wymiany, w ramach programu CRP (Computer Replacement Programme), zaprojektowanej zgodnie z surowymi wymaganiami wojskowymi, techniki komputerowej na komercyjne systemy o otwartej architekturze i podatne na rozbudowę. Dzięki zastosowaniu nowej technologii cyfrowej uzyskano możliwość śledzenie zmian na polu walki, w szczególnie ważnych sektorach, bez ciągłej ingerencji operatorów w zakresie aktywności: w rejonach koncentracji wojsk przeciwnika; na liniach komunikacyjnych (poruszanie się konwojów i rejony wyładowczo-załadowcze); lotniskach i lądowiskach przeciwnika.

Standardowo na pokładzie samolotu E-8C systemu, oprócz 3-osobowej załogi znajduje się zespół dowodzenia, który składa się z 18 operatorów. Każdy z tych operatorów odpowiada za pracę konkretnego urządzenia. Troje operatorów oddelegowanych jest przez siły lądowe (są to podoficerowie z jednostek rozpoznania wojskowego). Pozostali operatorzy pochodzą z sił powietrznych. W przypadku planowania długotrwałej misji na pokład samolotu E-8C systemu *Joint STARS* trafia druga załoga oraz 10 dodatkowych operatorów[112].

Zgodnie z przyjętym dla systemu *Joint STARS* algorytmem postępowania pozyskana informacja rozpoznawcza o obiektach przeciwnika jest przekazywana z pokładu powietrznego elementu systemu *Joint STARS* do Centrum Operacji Powietrznych oraz na pokład samolotów uderzeniowych wykonujących misje bojowe zgodnie ze standardem Link-16/TADIL-J[113]. Natomiast do elementu naziemnego systemu stacji GSM (Ground Station Module) informacja rozpoznawcza jest przesyłana w standardzie SCDL (Surveillance and Control

Wymiana informacji rozpoznawczej między bezzałogowym statkiem powietrznym a samolotem E-8C systemu *Joint STARS* odbywa się przy zastosowaniu systemu CDL (Common Data Link). Ponadto do komunikacji wykorzystywane jest także 12 radiostacji UHF (w tym 2 z możliwością komunikacji via satelita), 3 radiostacje VHF (pracujące w systemie SINCGARS, do łączności sił lądowych z lotnictwem sił

---

[112] *FM-34-25-1 Joint Surveillance Target Attack Radar System (Joint STARS)*, op. cit., s. 3-3.

[113] Standard Link 16/TADIL-J daje możliwość przekazywanie danych na pokład śmigłowców sił lądowych oraz samolotów i śmigłowców korpusu piechoty morskiej.

powietrznych) oraz 2 radiostacji HF (pracujących w trybie bezpiecznym Have Quick II). Jeden samolot E-8C systemu *Joint STARS* może współpracować z 36 naziemnymi stacjami (GSM) typu AN/TSQ-132 (zdj. 6), w tym 6 z poziomu operacyjnego i 30 z poziomu taktycznego (dwa korpusy sił lądowych po 15 stacji każdy – 6 dla dowództwa korpusu i 3 dla każdej dywizji w korpusie). Z korpuśnych i dywizyjnych stacji, przy wykorzystaniu łączności radiowej i przewodowej, informacje z rozpoznania są przekazywane do podsystemu artyleryjskiego ATACMS[114].

Elementem nadawczo-odbiorczym naziemnej stacji jest obrotowa antena umieszczona w oprofilowanej obudowie, na pneumatycznym, szybko wysuwanym maszcie o wysokości do 30 m. Taka wysokość anteny pozwala na rozwinięcie stacji naziemnych za ukryciami i na utrzymanie łączności z samolotem systemu *Joint STARS* na odległości do 300 km[115].

Reasumując, dzięki określonym właściwościom technicznym i możliwościom bojowym system rozpoznawczo-uderzeniowy *Joint STARS*:

- ostrzega o rozwoju sytuacji militarnej w okresie pokoju i poprzedzającym konflikt zbrojny;
- ułatwia dowódcom pojęcie decyzji o rozmieszczeniu własnych sił, by przeciwdziałać ewentualnym atakom przeciwnika, których kierunek i siłę, dzięki obrazowi sytuacji naziemnej, łatwo przewidzieć i określić;
- zobrazowuje dynamicznie rozwijającą się sytuację taktyczną na obszarze o powierzchni 50 000-90 000 km^2 i na głębokości 300 km w głąb ugrupowania przeciwnika, pokazując ruchy jego wojsk z 60 sekundową aktualizacją;
- ma możliwość nakierowania na odpowiednie obiekty innych źródeł rozpoznawczych;
- może natychmiast odpowiadać rozpoznaniem wskazanych przez inne źródła rozpoznawcze obiektów;
- przekazuje radiolokacyjny obraz sytuacji naziemnej zainteresowanym o każdej porze dnia i nocy oraz pogodzie, z wyjątkiem skrajnie niesprzyjającej;
- zapewnia obserwację dużego obszaru, o rozdzielczości i szybkości przekazywania danych, ułatwiając tym samym dowódcom lotniczym dowodzenie, a zało-

[114] E. F. Rybak, J. Gruszczyński, *Joint STARS – rewolucja na polu walki*, op. cit., 45.

[115] Komplet naziemnej stacji składa się z dwóch terenowych pojazdów wyposażonych w odpowiednie urządzenia odbiorcze i przetwarzania danych.

gom samolotów uderzeniowych naprowadzanie na wskazane obiekty przeciwnika.

W państwach europejskich zauważono ścisły związek między wykryciem i śledzeniem manewrowych obiektów przeciwnika, a skutecznym ich zwalczaniem. Od kilkunastu lat, w najbogatszych krajach europejskich, również są prowadzone intensywne prace nad systemami przeznaczonymi głównie do skutecznej walki z obiektami z zasobów lądowych przeciwnika w oparciu o informację rozpoznawczą pozyskiwaną z powietrza.

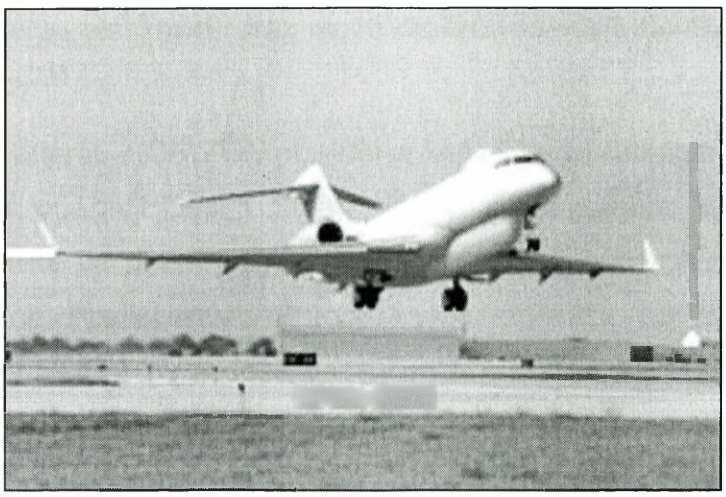
Brytyjski system rozpoznawczo-uderzeniowy ASTOR

Wdrażany system *ASTOR* jest przeznaczony do wykrywania, kierowania, naprowadzania środków rażenia na obiekty położony w głębi terytorium przeciwnika, niezależnie od warunków atmosferycznych i pory doby. Elementem powietrznym systemu *ASTOR* jest zmodernizowany i dodatkowo wyposażony samolot dyspozycyjny Bombardier Global Express, zdolny pomieścić 6-osobowy zespół dysponujący nowoczesnymi systemami gromadzenia, prezentacji, obróbki i przesyłania danych. Samolot systemu *ASTOR* może pozostawać w powietrzu przez 12 godzin (z tankowaniem do 24 godzin) i realizować misję na wysokości 13 000-15 000 m[116].

Na pokładzie samolotu systemu *ASTOR* znajduje się radar pracujących w zakresie SAR i MTI. Radar ten pozwala rozpoznawać obiekty sił lądowych przeciwnika, ich wielkość, ilość, typ oraz kierunek i prędkość przemieszczania się. Wyspecjalizowany radar pokładowy dostarcza informacji rozpoznawczych w postaci obrazu, na ekrany terminali znajdujących się na pokładzie samolotu systemu. Obrazy te mogą być analizowane przez operatorów i jednocześnie przekazywane do takich samych terminali będących na wyposażeniu stacji naziemnych. Dodatkowo na pokładzie samolotu systemu zamontowano sprzęt optyczny, który pozwala dostarczać obraz wizyjny obserwowanego pola walki.

---

[116] *Project Fact Files, Airborne Stand-Off Radar*, Defense Procurement Agency: www.mod/dpa/project/astor.



***Rys. 2.32. Samolot Bombardier Global Express jako platforma powietrzna systemu* ASTOR**

Źródło: www.airforcetechnology.com/projects/astor

Informacje rozpoznawcze uzyskane przez radiolokator pokładowy systemu *ASTOR* będą przekazywane do stacji naziemnych, rozwijanych przy stanowiskach dowodzenia sił lądowych i centrum dowodzenia sił powietrznych, poprzez system transmisji i sieć łączności[117].

W ciągu najbliższych 2 – 3 lat przewiduje się, że system *ASTOR* osiągnie gotowość operacyjną w składzie pięciu samolotów typu Global Express, sześciu stacji naziemnych poziomu taktycznego (każda stacja rozwinięta na bazie czterech pojazdach ciężarowo-terenowych) oraz dwóch stacji naziemnych poziomu operacyjnego.

Francuski system rozpoznawczo-uderzeniowy HORIZON

Francja również prowadzi intensywne badania na rozwojem narodowego systemu *HORIZON* będącego następcą systemu *ORCHIDEE.* System *HORIZON* podobnie, jak jego poprzednik *ORCHIDEE* jest śmigłowcowym systemem radiolokacyjnego rozpoznania pola walki i wskazywania obiektów. Umożliwia ciągłą obserwację pola walki spoza strefy oddziaływania środków obrony przeciwlotniczej. Jest jednocześnie odporny na przeciwdziałanie elektroniczne i złe warunki atmosferyczne

[117] Z dostępnych, jawnych informacji wynika, że pierwszy samolot systemu *ASTOR* z powodzeniem realizował misje bojowe, zbierając jednocześnie doświadczenia, w czasie operacji Allied Force. W ogólnodostępnych publikacjach brak jest informacji na temat uzyskanych wyników.

(mgła, deszcz, burze piaskowe) oraz może realizować misje bojowe niezależnie od pory dnia czy nocy[118].

Prototyp systemu *HORIZON* powstał w końcu lat 80. ubiegłego wieku i był testowany podczas operacji Desert Storm. W wyniku uzyskania pozytywnych opinii wojskowych, w kilka lat później został zakupiony przez francuskie siły powietrzne. Obecnie w Siłach Powietrznych Francji wykorzystywane są cztery powietrzne elementy systemy *HORIZON* zbudowane na bazie śmigłowca Cougar MK1 oraz dwa mobilne stanowiska naziemne. Jednocześnie prowadzone są intensywne prace badawcze związane z uzyskaniem interoperacyjności systemu *HORIZON* z systemami innych państw europejskich Sojuszu, szczególnie w zakresie wymiany pozyskanych informacji rozpoznawczych[119].

Urządzeniem rozpoznawczym systemu *HORIZON* jest impulsowy radiolokator dopplerowski dalekiego zasięgu typu TARGET, pracujący w paśmie od 8 do 29 GHz. Według danych taktyczno-technicznych prezentowanych przez producenta radar ma zasięg około 150 km (do 200 km przy dobrej pogodzie) i może wykrywać obiekty poruszające się z prędkością do 250 km/h. Planowane jest zwiększenie zasięgu radaru do 250 km. Technologia SAR i MTI zastosowana w produkcji radaru zapewnia, w ciągu 10 sekund skontrolowanie obszaru o powierzchni 20 000 km^2. Pozwala również na dokonanie identyfikacji obiektów takich jak: śmigłowce, pojazdy gąsienicowe i pojazdy kołowe z dokładnością 17' (minut) kątowych w azymucie i 20 m w odległości[120]. Zewnętrznym urządzeniem stacji radiolokacyjnej systemu *HORIZON* jest płaska, prostokątna antena, która w czasie startu i lądowania jest składana poprzecznie pod belką ogonową śmigłowca systemu. W czasie misji bojowej antena jest rozwijana i obraca się, przez co zapewnia pełny 360^0 zakres obserwacji („scan"). Jeżeli antena nie jest używana, ustawiana jest liniowo wzdłuż kadłuba śmigłowca systemu.

Dzięki specjalnemu systemowi stabilizacji anteny uzyskano całkowitą niezależność strefy obserwacji radaru od kursu śmigłowca i jego przestrzennego położenia. Dane pozyskane przez radar pokładowy systemu *HORIZON* są wizualizowane

---

[118] P. Mądrzycki, *Horizon – system obserwacji naziemnych obiektów ruchomych*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej" nr 12, Poznań 2001, s. 71.

[119] Praca zbiorowa, *Systemy elektroniczne przeznaczenia operacyjnego państw obcych*, AON, Warszawa 1998.

[120] P. Mądrzycki, *Horizon – system obserwacji naziemnych obiektów ruchomych*, op. cit., 72.

na monitorze operatora. W zależności od zakresu pracy, wykryte obiekty mogą być zobrazowane na cyfrowej mapie terenu.

Rys. 2.33. Śmigłowiec Cougar MK1 jako platforma powietrzna systemu HORIZON

Źródło: P. Mądrzycki, Horizon – system obserwacji naziemnych obiektów ruchomych, op. cit., s. 70

Operator na pokładzie śmigłowca systemu *HORIZON* ma możliwość automatycznego określenia współrzędnych geograficznych wybranego obiektu oraz parametrów jego ruchu. Wszelkie dane pozyskane i opracowane na pokładzie elementu powietrznego systemu *HORIZON* są przesyłane do elementu naziemnego systemu, wyposażonego w dwa stanowiska odbiorcze, które obejmują: stanowisko dla operatora systemu dowodzenia oraz dla operatora naprowadzania samolotów uderzeniowych. Element naziemny systemu *HORIZON* umożliwia współpracę z dwoma śmigłowcami, jako elementami powietrznymi jednocześnie. Jeżeli strefy obserwacji śmigłowców systemu pokrywają się, następuje automatyczna korelacja i potwierdzenie wiarygodności uzyskanych wyników rozpoznania pola walki. W przypadku, kiedy śmigłowce systemu prowadzą obserwację w dwóch różnych sektorach, wówczas uzyskane wyniki traktowane są niezależnie.

Do przesyłania informacji rozpoznawczych z pokładu śmigłowców systemu *HORIZON* na stanowiska naziemne systemu wykorzystywany jest system łączności AGATHA. System AGATHA funkcjonuje w oparciu o technologię cyfrową wykorzystując pasmo od 10 do 20 GHz. Za pomocą tego systemu możliwe jest przekazywanie informacji rozpoznawczych z elementu powietrznego do naziemnego na odległość do 120 km. System AGATHA jest odporny na elektroniczne oddziaływanie przeciwnika. Jego dyskretność, zysk kierunkowy oraz zmienność częstotliwości

w połączeniu ze sprawnym wykrywaniem błędów zapewniają transmisję informacji rozpoznawczej w bardzo krótkim czasie[121].

System *HORIZON* został wykorzystany wspólnie z amerykańskim *Joint STARS* podczas konfliktu kosowskiego w 1999 r. W czasie operacji Allied Force załogi śmigłowców systemu *HORIZON* wykonały 49 misji (w tym 14 w nocy) trwających blisko 110 godzin[122]. Funkcjonowanie systemu *HORIZON* w trakcie prowadzenia działań bojowych, w trakcie operacji Allied Force, zostało wysoko ocenione przez dowódców francuskich sił powietrznych i sił lądowych. Tak wysoka ocena była pochodną możliwości systemu *HORIZON*, z których najistotniejsze to:

- prowadzenie obserwacji bez naruszenia przestrzeni powietrznej przeciwnika;
- działanie we wszystkich warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy;
- wykrywanie, obserwowanie i śledzenie obiektów ruchomych z odległości do 150 km;
- klasyfikowanie obiektów w trzech kategoriach: czołg, pojazd, śmigłowiec;
- automatyczne zliczanie wykrytych obiektów;
- automatyczne określanie parametrów ruchu obiektów;
- określanie przewidywanych kierunków przemieszczania się obiektów;
- szacowanie czasu dotarcia obiektu do określonego punktu trasy;
- przetwarzanie pozyskanych danych i transmitowanie ich w czasie rzeczywistym.

W czasie wykonywania misji bojowej w Kosowie system *HORIZON* stosował określoną taktykę polegającą na tym, że śmigłowiec systemu przylatywał nad rejonem obserwacji z prędkością 180 km/h na minimalnej wysokości i wznosi się maksymalnie szybko (10 m/s) na wysokość około 3 000 m. Przez 2 – 3 minuty prowadził skanowanie wskazanego rejonu, a następnie autorotacyjnie opadał przez 2 minuty do wysokości przelotowej i przemieszczał się do kolejnego rejonu obserwacji. Taktyka ta związana była z koniecznością uniknięcia ataku ze strony systemów obrony przeciwlotniczej przeciwnika. Czas lotu bojowego zamykał się zwykle około 120 minutach[123].

---

[121] Tamże.

[122] G. Hołdanowicz, AGS: *Różne koncepcje jeden cel*, op. cit., s. 26.

[123] Tamże.

Dotychczasowe wykorzystanie systemu *HORIZON* w pełni potwierdziło jego użyteczność w działaniach militarnych. Prowadzone obecnie prace modernizacyjne dotyczą głównie przeniesienia aparatury na śmigłowiec o lepszych parametrach taktyczno-technicznych, w tym przede wszystkim poprawionych możliwościach przestrzennych, np. NH 90. Wiąże się z tym również opracowanie nowej anteny radiolokatora pokładowego o skanowaniu fazowym.

Włoski system rozpoznawczo-uderzeniowy SOARO

Włochy są kolejnym krajem Sojuszu, w którym na szeroką skalę prowadzone są doświadczenia z systemem rozpoznania i wskazywania obiektów pola walki. Włoski system *SORAO*, w istocie swojego działania, jest zbliżony do francuskiego systemu *HORIZON*. Element powietrzny systemu *SORAO* zbudowany jest w oparciu o śmigłowiec Agusta/Bell AB 412. Na pokładzie powietrznego elementu systemu *SORAO* zamontowano podsystem lokalizacji stacji radarowych (ESM) oraz dopplerowski radar MTI pracujący w paśmie 8-10 GHz. Śmigłowiec systemu *SORAO* wyposażono ponadto w system przesyłania danych pracujący w paśmie 10-20 GHz o zasięgu 150 km oraz pakiet łączności obejmujący dwie radiostacje UHF/VHF z funkcją kodowania, transmisji utajnionej oraz zabezpieczenia przed zakłóceniami[124].

Antena stacji radiolokacyjnej systemu *SORAO*, o średnicy 2 m i wysokości 40 cm, została umieszczona w dużej owiewce pod nosem śmigłowca systemu. Nad zabudowanym radarem, po bokach kadłuba i na belce ogonowej zlokalizowano czujniki systemu ESM. Z tyłu kadłuba śmigłowca rozlokowano antenę systemu przesyłania danych.

Radar pokładowy systemu *SORAO* ma zasięg około 100 km i pracuje w zakresach: wykrywania i lokalizacji obiektów naziemnych; szczegółowej analizy sytuacji we wskazanym obszarze; nagrywania do pamięci i odtwarzania z pamięci danych o tych samych obszarach (porównywanie zmian).

W czasie krótszym niż minuta, od przeszukania radiolokatorem zadanego obszaru, informacja o obiektach oddalających się i zbliżających się do śmigłowca systemu z małą prędkością jest zobrazowana na konsoli operatora wewnątrz śmigłowca systemu *SORAO*.

---

[124] *Command and Control – Cartin System*: www.esercito.it/root/sezioni/pag.ricerca.asp.

Rys. 2.34. Śmigłowiec Agusta/Bell AB 412 jako platforma powietrzna systemu SORAO
Źródło: www.esercito.it/root/sezioni/pag.ricerca.asp

Śmigłowiec systemu *SORAO* współpracuje z naziemnymi stanowiskami systemu rozwiniętymi w odpowiednio wyposażonych kontenerach. Naziemne stanowiska systemu odbierają i przetwarzają informacje rozpoznawcze oraz przesyłają je do stanowisk dowodzenia sił lądowych oraz centrum dowodzenia sił powietrznych. Stanowiska naziemne systemu *SORAO* rozmieszczane są w odległości 40 km za linia styczności wojsk, podczas gdy śmigłowiec systemu realizuje swoją misję około 20 km za ta linią[125].

Na początku 2002 r. system *SORAO* został przetestowany w warunkach zbliżonych do tych, które występowały w Kosowie. W wyniku uzyskanych doświadczeń zdecydowano, że stosowany obecnie śmigłowiec AB 412 będzie zastępowany w najbliższej przyszłości przez śmigłowiec NH 90.

Rosyjski system rozpoznawczo-uderzeniowy AŁTAJ

Rosjanie przyjęli za obowiązującą w siłach zbrojnych koncepcję wojny bezkontaktowej. Istotą wojny bezkontaktowej jest możliwość odniesienia szybkiego zwycięstwa bez dużych strat w wyniku prowadzenia walki informacyjnej i użycia broni precyzyjnego rażenia. W przypadku sił lądowych taktyka ta pozwala uniknąć konieczności wchodzenia w bezpośredni kontakt ogniowy ze zwartymi formacjami

[125] Tamże.

przeciwnika[126]. Koncepcja wojny bezkontaktowej ściśle powiązana jest z systemem rozpoznawczo-uderzeniowym *AŁTAJ*. Po raz pierwszy, możliwości bojowego systemu *AŁTAJ* zostały wykorzystane w czasie drugiej wojny czeczeńskiej (1999-2000). System rozpoznawczo-uderzeniowy *AŁTAJ* pozwalał na wykrycie i rozpoznanie obiektów przeciwnika oraz natychmiastowe ich niszczenie ogniem środków rażenia[127]. Zmasowane uderzenia ogniowe środkami o dużym zasięgu przyczyniły się do zadania znacznych strat w sprzęcie oraz do osłabienia stanu moralno-psychologicznego przeciwnika, co znacznie redukowało możliwości bojowe zgrupowań bojowników czeczeńskich.

Według ocen rosyjskich ekspertów zastosowanie środka wykonawczego wojny bezkontaktowej, jakim był systemu *AŁTAJ* przyczyniło się do ponad dziesięciokrotnego zmniejszenia strat osobowych po stronie wojsk rosyjskich w stosunku do strat poniesionych w czasie pierwszej wojny w Czeczenii. Dzięki wykorzystaniu systemu *AŁTAJ* możliwym było, w terenie górzysto-lesistym, skuteczne zwalczanie małych grup przeciwnika, zmieniających często swoje położenie, nawet na głębokości do 70 km.

Według literatury przedmiotu system *AŁTAJ* został zorganizowany na bazie istniejących etatowych środków rozpoznania, łączności i dowodzenia oraz środków rażenia ogniowego sił lądowych i sił powietrznych[128]. Zmiany, jakich dokonano w standardowych systemach, polegały w sprzęcie dowodzenia na – zwiększeniu udziału techniki komputerowej wraz z nowoczesnym oprogramowaniem, w sprzęcie łączności – na wdrożeniu kolejnej generacji urządzeń funkcjonujących w oparciu o technikę cyfrową, natomiast w rozpoznaniu powietrznym -- wprowadzono optoelektronikę do bezzałogowych statków powietrznych typu Rejs-D i Pczeła. Dzięki przeprowadzonym modernizacjom możliwym stało się, w czasie realnym, przekazywanie obrazu obiektów przeciwnika z platform powietrznych bezpośrednio na stanowisko dowodzenia środkami ogniowymi (w tym na stanowisko dowodzenia lotnictwem sił powietrznych). W czasie określania współrzędnych obiektów przeciwnika wykorzy-

---

[126] M. J. Karatujew, *Kontrerroristiczeskaja opieracija na Sebernom Kawkazie – osnownyje uroki i wywody*, „Wojennaja Mysl" nr 4, Moskwa 2000.

[127] M. Michalec, *Rosyjskie poglądy na prowadzenie operacji powietrznych*, Rękopis.

[128] Jako system dowodzenia wykorzystano zautomatyzowany system szczebla armii PASUW. M. J. Karatujew, *Kontrerroristiczeskaja opieracija na Sebernom Kawkazie – osnownyje uroki i wywody*, „Wojennaja Mysl" nr 3, Moskwa 2000, s. 67.

stywany jest system nawigacji satelitarnej GLONASS. System ten zapewnia precyzyjne określanie położenia wojsk własnych i obiektów przeciwnika, co znacznie skraca czas od wykrycia do porażenia obiektu.

Analiza doświadczeń z bojowego wykorzystania systemu *AŁTAJ* wskazują, że podstawowym środkiem rażenia ogniowego systemu była artyleria, na której spoczywał główny ciężar walki z obiektami przeciwnika, a także śmigłowce i samoloty uderzeniowe. Wynikało to przede wszystkim z wyliczeń kosztów, gdyż użycie samolotów uderzeniowych do zwalczania obiektów naziemnych było dziesięciokrotnie droższe niż przy użyciu artylerii. Lotnictwo uderzeniowe wykorzystywano rzadziej również z powodu niskiej efektywności bojowej niekierowanych lotniczych środków rażenia oraz ze skomplikowanych procedur ataku z użyciem bomb kierowanych z półaktywnym laserowym układem naprowadzania.

Wnioski

Działania wspierające lotnictwa (*Supporting Air Operations*) zwiększające możliwości bojowe wspieranych sił poprzez zapewnienie precyzyjnej informacji rozpoznawczej, zabezpieczenie niezawodnego dowodzenia oraz zapewnienie bezpieczeństwa poprzez wczesne ostrzeganie będą niewątpliwie intensywnie rozszerzane.

Systemy rozpoznawczo-uderzeniowe wejdą na stałe do struktur sił powietrznych i w przyszłości umożliwią sprawowanie pełnej kontroli radiolokacyjnej obszaru operacyjnego zainteresowania. W sieciocentrycznym środowisku walki informacja o sytuacji powietrznej, zobrazowana na tle wcześniej wprowadzonej mapy komputerowej będzie równolegle przekazywana na pokłady samolotów bojowych i do głównych centrów dowodzenia i kierowania sił powietrznych, obrony powietrznej i wojsk lądowych oraz sił morskich za pomocą systemu dystrybucji danych taktycznych JTIDS *(Joint Tactical Information Link)*.

Samoloty systemu AWACS będą szczególnie ważnym źródłem informacji dla lotnictwa myśliwskiego zarówno o środkach własnych, jak i przeciwnika. System JSTARS przeznaczony do wsparcia działań lotnictwa uderzeniowego, uważany jest za uzupełnienie systemu AWACS, gdyż jest on w stanie wykrywać również samoloty, które podobnie jak śmigłowce wykonują loty na małej wysokości i z niewielką prędkością. Doskonalony permanentnie będzie umożliwiał radiolokacyjne wykrywanie, klasyfikację i śledzenie sił lądowych (i morskich) na całą głębokość operacyjnego ugru-

powania oraz bieżące określanie położenia ruchomych i stacjonarnych obiektów, z dokładnością umożliwiającą ich szybkie niszczenie za pomocą konwencjonalnych środków rażenia klasy „powietrze – ziemia" („ziemia – ziemia"), bez względu na warunki atmosferyczne i porę doby.

Będą rozwijane zdolności działania lotnictwa we współdziałaniu z systemami wsparcia (AWACS, JSTARS) oraz zdolności samodzielnych działań z wykorzystaniem pokładowych systemów radiolokacyjnych i optoelektronicznych. Wymienione systemy będą się cechowały z jednej strony wysoką sprawnością, a z drugiej dyskretnością działania. Podstawowym wymaganiem stawianym zarówno statkom powietrznym jak i przenoszonej przez nie broni, będzie zdolność do działania o każdej porze roku i doby, w każdej szerokości geograficznej oraz z niezwykle dużą precyzją bez względu na warunki atmosferyczne. Tym wymaganiom będą musieli również sprostać ludzie obsługujący i pilotujący coraz bardziej skomplikowane i zaawansowane technologicznie urządzenia i systemy walki

2.2. Wpływ nowych technologii na rozwój wojsk rakietowych sił powietrznych

Obrona powietrzna należy do jednego z elementów systemu obronnego państwa[129]. W państwach NATO obronie powietrznej przypisuje się bardzo duże znaczenie. Świadczy o tym chociażby podporządkowanie, już w okresie pokoju, wydzielonych sił z poszczególnych państw, zintegrowanemu systemowi obrony powietrznej państw NATO – NATINADS i przekazanie własnej suwerenności w zakresie tej obrony[130]. Zadaniem tego systemu jest zagwarantowanie nienaruszalności obszaru powietrznego państw sojuszników oraz obrona ich terytorium przed potencjalnym przeciwnikiem, mogącym zagrozić z powietrza cywilnym, gospodarczym i wojskowym obiektom oraz zgrupowaniom wojsk i ludności cywilnej[131].

Nasz kraj, ze względu na swoje położenie, stać się może strategicznym obszarem dla ewentualnych działań powietrznych przeciwnika. Stąd też system obrony powietrznej, a w tym wojska rakietowe, odgrywają szczególną rolę w osłonie ważnych obiektów przed uderzeniami środków napadu powietrznego. Bez skutecznej

---

[129] B. Zdrodowski i in., *Obrona powietrzna,* AON, Warszawa 1996, s. 20.

[130] ang. *NATO Integrated Air Defence System.*

[131] *Taktyka wojsk rakietowych sił powietrznych,* pod red. R. Kuriaty, AON, Warszawa 2001, s. 11.

obrony przed atakiem z powietrza nie jest możliwe sprawne funkcjonowanie państwa, w tym gospodarki, administracji oraz sił zbrojnych.

Dynamiczny rozwój środków napadu powietrznego oraz doświadczenia minionych konfliktów zbrojnych, jak również rozprzestrzenianie się na świecie technologii rakietowych (przede wszystkim rakiet balistycznych), wymaga pilnego dostosowania możliwości systemu obrony powietrznej - również przeciwrakietowej - państwa do stopnia wzrastającego zagrożenia uderzeniem z powietrza. Ponadto przynależność Polski do Sojuszu wymaga osiągnięcia zdolności Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej do wspólnego działania z siłami powietrznymi państw członkowskich NATO. Jednym z podstawowych warunków jest pełna integracja obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej z NATINADS.

W związku z tym już od kilku lat trwa proces dostosowywania struktury organizacyjnej SP RP oraz procedur funkcjonowania poszczególnych elementów systemu obrony powietrznej RP do standardów obowiązujących w NATINADS. Oprócz zmian proceduralnych niezbędne jest również wyposażenie wszystkich komponentów obrony powietrznej w odpowiedni sprzęt, zdolny do działania w zintegrowanym systemie obrony powietrznej, a jednocześnie odpowiadający potrzebom obronnym naszego państwa.

Naziemne siły obrony powietrznej NATO stanowią jeden z podstawowych komponentów NATINADS[132]. W Polsce podstawę naziemnego komponentu obrony powietrznej stanowią wojska rakietowe sił powietrznych RP (Wojska Obrony Przeciwlotniczej WLOP) wyposażone w przeciwlotnicze zestawy rakietowe (PZR).

W świetle zachodzących przemian i realizowania koncepcji zintegrowania i rozszerzenia funkcji obrony powietrznej, próba określenia i scharakteryzowania wymogów, jakim powinny odpowiadać PZR w stosunku do współczesnych zagrożeń, jak również wskazanie na perspektywy rozwoju sił OP, jest zadaniem niezmiernie trudnym.

Wymagania stawiane nowym systemom rakietowym

Do głównych zadań obrony powietrznej w czasie pokoju należy obrona i kontrola obszaru powietrznego, ostrzeganie i alarmowanie o zagrożeniu z powietrza

---

[132] M. Marszałek, *Naziemny komponent Sił Powietrznych Rzeczypospolitej Polskiej w obronie powietrznej NATO,* AON, Warszawa 2001, s. 5.

oraz utrzymanie podległych sił w odpowiedniej gotowości bojowej. W sytuacjach kryzysowych podstawowym zadaniem obrony powietrznej jest udział w międzynarodowych przedsięwzięciach, zmierzających do rozładowania napięć pomiędzy stronami konfliktu oraz zapobieganie wojnie. Podczas działań wojennych obrona powietrzna NATO jest przeznaczona do osłony obszaru powietrznego państw członkowskich i udziału w wywalczeniu niezbędnego stopnia dominacji w powietrzu oraz osłony sojuszniczego potencjału zarówno cywilnego, jak i wojskowego, przed rozpoznaniem i uderzeniami środków napadu powietrznego (ŚNP) agresora[133].

Zasadniczą rolę w realizacji tych zadań spełniają WR SP. Dlatego powinny one dysponować uzbrojeniem odpowiadającym wymaganiom wynikającym przede wszystkim z charakteru współczesnych zagrożeń z powietrza, jak również ze sposobu użycia naziemnego komponentu obrony powietrznej w działaniach defensywnych sił powietrznych w ramach zintegrowanego systemu OP - zarówno narodowego jak i sojuszniczego.

We współczesnych uwarunkowaniach geopolitycznych zintegrowana obrona powietrzna musi bowiem być przygotowana do działania w zmiennych warunkach otoczenia, nie mając jasno zdefiniowanego przeciwnika, a tym samym określonego głównego kierunku zagrożenia. Determinuje to wymagania stawiane systemom uzbrojenia, w tym również PZR.

Ponadto Sojusz powinien mieć zdolność do reagowania nie tylko na zagrożenia wymagające prowadzenia działań wynikających z art. V. Traktatu Północnoatlantyckiego, lecz także do podejmowania elastycznych działań reagowania kryzysowego poza terytorium Sojuszu. W wyniku przyjętej koncepcji strategicznej NATO[134], siły powietrzne, w tym również wojska rakietowe, mogą uczestniczyć w dwóch rodzajach operacji, takich jak:

- operacje wynikające z artykułu V. Traktatu Północnoatlantyckiego;
- operacje nie objęte tym artykułem, określane mianem operacji innych niż wojna;
- co również wymaga spełnienia określonych kryteriów przez PZR.

---

[133] B. Zdrodowski, *Doktryny obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej i NATO podobieństwa i różnice,* AON, Warszawa 2000, s. 84.

[134] *Koncepcja Strategiczna Sojuszu,* Waszyngton 23-24 kwiecień 1999 roku.

Głównym jednak czynnikiem determinującym właściwości jakimi powinny charakteryzować się współczesne zestawy rakietowe jest charakter zagrożeń z powietrza oraz sposób użycia środków napadu powietrznego. Współcześnie zagrożenie z powietrza stanowią bezzałogowe aparaty latające, pociski rakietowe i środki pilotowane (pilotowane statki powietrzne)[135].

Bardzo dużą rolę we współczesnych działaniach w powietrznym wymiarze odgrywają bezzałogowe statki powietrzne. Środki te mogą być używane przez przeciwnika do rozpoznania, ale mogą być też uzbrajane i stosowane jako środki precyzyjnego rażenia. Ich niewątpliwą zaletą jest możliwość wykonywania autonomicznych lub zdalnie sterowanych lotów w warunkach, w których użycie pilotowanych statków powietrznych jest niemożliwe, zbyt trudne albo ekonomicznie nieuzasadnione. Natomiast mała skuteczna powierzchnia odbicia, znacznie utrudniająca ich wykrycie, sprawia, że stają się one wyjątkowo groźne dla naziemnych sił obrony powietrznej.

Pociski rakietowe ogólnie można podzielić na dwie podstawowe kategorie. Pierwszą z nich stanowią balistyczne pociski rakietowe (BM). Druga grupa natomiast, to aerodynamiczne pociski rakietowe – rakiety skrzydlate (CM).

Rakiety skrzydlate mogą wykonywać loty na małych i bardzo małych wysokościach. Ich systemy naprowadzania wykorzystują sygnały nawigacyjne transmitowane (przekazywane) przez satelity. Głowica rakiety może natomiast zawierać różne warianty ładunku bojowego. Z tych względów rakiety skrzydlate stanowią obecnie bardzo wielkie zagrożenie dla wojsk i obiektów bronionych przez jednostki naziemnych sił obrony powietrznej, a także dla nich samych.

Szczególnym zagrożeniem dla wojsk rakietowych SP i bronionych przez nie obiektów są balistyczne pociski rakietowe (nazywane także rakietami balistycznymi). W ostatnich latach pogłębia się zainteresowanie krajów, określanych mianem „nieprzewidywalnych", tym rodzajem broni. Stanowią one ogromne zagrożenie dla obiektów cywilnych oraz wojskowych na teatrze działań wojennych. Zastosowanie rakiet balistycznych zwiększa zasięg bojowego oddziaływania, umożliwiając jednocześnie zaskoczenie i potęgowanie zniszczenia.

Balistyczne pociski rakietowe są dla przeciwlotniczych zestawów rakietowych trudnym celem. Charakteryzuje je bowiem duża odporność na wykrycie i zniszczenie

---

[135] M. Marszałek, *Naziemny komponent...*, wyd. cyt., s. 12.

(szczególnie systemy mobilne), wysoka zdolność pokonywania systemu obronnego przeciwnika i duża siła rażenia oraz możliwości ich użycia w każdych warunkach atmosferycznych, bez względu na porę doby.

Najbardziej niebezpieczne dla zintegrowanego systemu obrony powietrznej są: bardzo duża prędkość i zasięg działania rakiet balistycznych oraz krótki czas ich lotu. Ponadto brak pewności co do sposobu zachowania się rakiety po wejściu jej w górne warstwy atmosfery oraz brak możliwości określenia typu głowicy przenoszonej przez rakietę sprawiają, że walka z nimi jest w znacznym stopniu utrudniona.

Rozwój techniczny środków pilotowanych oraz taktyki ich działania sprawia, że nadal są one groźnym przeciwnikiem dla naziemnych sił OP i bronionych przez nie obiektów (wojsk). Zastosowanie współczesnych osiągnięć nauki i techniki do konstrukcji lotniczych powoduje ciągły rozwój samolotów, umożliwiając: zwiększenie ich możliwości manewrowych; wykonywanie lotów na bardzo małych wysokościach z dużymi prędkościami; wyposażenie w indywidualne środki walki elektronicznej, zapewniające osłonę przed rakietami przeciwlotniczymi; wielowariantowe uzbrojenie, wykorzystywanie rakiet kierowanych klasy „p-z" odpalanych z pokładów samolotów (w tym szczególnie przeciwradiolokacyjnych klasy „stand-off").

Poważnym zagrożeniem dla jednostek naziemnych sił obrony powietrznej są samoloty wykonane według technologii *stealth*[136], Odpowiednia konstrukcja płatowca oraz użycie materiałów kompozytowych spowodowały zmniejszenie skutecznej powierzchni odbicia, a tym samym znaczne zmniejszenie możliwości wykrywania samolotów przez naziemne stacje radiolokacyjne.

Zatem właściwości współczesnych środków napadu powietrznego, jak również sposób użycia naziemnego komponentu obrony powietrznej w działaniach defensywnych sił powietrznych w ramach zintegrowanego systemu OP NATO, determinują wymagania jakim odpowiadać powinny przyszłe przeciwlotnicze systemy rakietowe SP RP. Do wymagań tych należą przede wszystkim:

- mobilność pozwalająca na zorganizowanie w odpowiednim czasie i miejscu obrony wyznaczonego obiektu i przyjęcie odpowiedniego ugrupowania bojowego. Zdolności manewrowe naziemnych sił obrony powietrznej muszą być porówny-

[136] *Stealth* określa się jako ogół przedsięwzięć prowadzących do zmniejszenia wykrywalności obiektów będących potencjalnymi celami, głównie poprzez ograniczenie do minimum wszystkich aktywnych i pasywnych emisji fal elektromagnetycznych w możliwie szerokim zakresie częstotliwości.

walne z możliwościami manewrowymi osłanianych obiektów. Ponadto, obrona sił Sojuszu poza granicami NATO wymaga sprzętu przeciwlotniczego, przystosowanego do przemieszczania w dowolne miejsce drogą powietrzną;

- interoperacyjność - rozumiana jako zdolność systemów, jednostek bądź sił do wzajemnego zabezpieczenia i wsparcia w ramach wspólnie prowadzonych działań. Interoperacyjność uważana jest za kluczowy warunek efektywnego użycia sił obrony powietrznej w tym wojsk rakietowych. Wymaga ona przystosowania PZR do pełnej współpracy w określonym systemie, ale również do działań autonomicznych. Obejmuje ona kompatybilność[137] systemów łączności i dowodzenia, urządzeń służących do opracowania, przetwarzania i wymiany informacji rozpoznawczych, procedur dowodzenia, systemów uzbrojenia, w tym PZR, procedur oraz systemów identyfikacji swój-obcy, jak również infrastruktury zabezpieczenia;

- przystosowanie do działań zarówno autonomicznych jak i współpracy w określonym systemie. Pierwszy wymóg wiąże się z zastosowaniem wielu układów o różnorodnych zadaniach związanych z samodzielnym działaniem. Drugi wymóg będzie możliwy dzięki szeroko pojętej standaryzacji przeciwlotniczych zestawów rakietowych, która umożliwi włączanie ich w skład różnych systemów wykrywania i kierowania walką;

- zdolność do prowadzenia działań w warunkach zakłóceń radioelektronicznych wymaga stosowania w PZR najnowszych osiągnięć nauki i techniki, w szczególności w dziedzinie elektroniki i radiolokacji (układów przeciwzakłóceniowych), które mogą zwiększyć odporność systemu na zakłócenia (przeciwdziałanie radioelektroniczne) stosowane przez przeciwnika oraz umożliwią alternatywne sposoby wykrywania i naprowadzania, a tym samym zwiększają efektywność użycia PZR. Przykładem mogą być wprowadzane we współczesnych systemach rakietowych urządzenia umożliwiających śledzenie w podczerwieni środków napadu powietrznego stosujących zakłócenia radioelektroniczne;

- żywotność bojowa - czyli odporność na oddziaływanie przeciwnika we wszystkich możliwych obszarach jego oddziaływania (rozpoznania, WRE, rażenia itp.), którą zapewnia w dużym stopniu odpowiednie wyposażenie techniczne systemów rakietowych oraz możliwość stosowania kombinacji aktywnych i pasywnych

---

[137] Zdolność dwóch lub kilku przedmiotów lub części składowych wyposażenia do istnienia i funkcjonowania w tym samym systemie lub środowisku, bez wzajemnego kolidowania.

przedsięwzięć obronnych, jak również utrzymanie zdolności do odtworzenia gotowości bojowej po uderzeniach przeciwnika. Wymaga to od PZR posiadania parametrów technicznych umożliwiających sprawne ich rozśrodkowanie i maskowanie;

- manewrowość, będąca jednocześnie czynnikiem zapewniającym zachowanie żywotności i elastyczności. Uzyskuje się ją poprzez montowanie poszczególnych elementów PZR na podwoziach samobieżnych (kołowych, gąsienicowych) zamiast na naczepach. We współczesnych PZR podniesienia manewrowości dokonuje się poprzez zastosowanie zunifikowanych pojazdów, o lepszych właściwościach jezdnych i manewrowych oraz lepszych możliwościach pokonywania przeszkód terenowych;

- zdolność do działań we wszystkich warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy jest warunkiem zapewnienia możliwości wykonania zadań bojowych. Poza tym, w przypadku zaskakującego ataku przeciwnika, wojska rakietowe będą praktycznie najważniejszym elementem sił obronnych ułatwiających rozwinięcie sił lądowych (również morskich) w operacji obronnej. Wymaga to od PZR zdolności poszukiwania, wykrywania, identyfikacji i śledzenia oraz zwalczania celów powietrznych w każdych warunkach atmosferycznych, niezależnie od pory doby;

- gotowość bojowa - wymóg utrzymania wojsk rakietowych w odpowiednio wysokich stanach i stopniach gotowości bojowej wynika z konieczności zapewnienia maksymalnie krótkiego czasu reakcji na niespodziewany atak przeciwnika powietrznego. Wiąże się to bezpośrednio z możliwościami PZR w tym zakresie, wyrażającymi się w skracaniu czasu przygotowania zestawu do użycia bojowego. Skracanie czasu reakcji, na który składa się również czas opracowania i przesłania informacji, realizuje się również poprzez wykorzystanie nowoczesnych komputerów oraz odpowiedniego oprogramowania. Innym aspektem tego problemu jest posiadanie dużej liczby gotowych do odpalenia rakiet znajdujących się na wyrzutniach;

- wielokanałowość, wyrażająca się możliwościami jednoczesnego zwalczania wielu celów powietrznych (tzw. ilość kanałów celowania zestawu rakietowego);

- automatyzacja funkcji wykrycia i śledzenia ŚNP, podejmowania decyzji i naprowadzania rakiet, ograniczenie czynności manualnych oraz liczebności obsługi;

- wysokie prawdopodobieństwo zniszczenia celu już pierwszym oddziaływaniem, uzyskiwane poprzez wyposażenie zestawów w rakiety samonaprowadzające

się na cele powietrzne oraz „poszukujące" ŚNP w patrolowanej (osłanianej) przestrzeni;

- różne systemy (metody) naprowadzania rakiet na cele powietrzne, zapewniające im efektywne działanie w warunkach stosowania zakłóceń radioelektronicznych. W zakresie sposobów naprowadzania rakiet na cele powietrzne, wyraźnie zarysowuje się tendencja wyposażania zestawów w dublujące się systemy naprowadzania, rozszerzenia pasm częstotliwości naprowadzania oraz zmierzanie w kierunku pełnej automatyzacji tych procesów;

- możliwości prowadzenia ognia do obiektów o małej skutecznej powierzchni odbicia, a nawet „niewidzialnych radiolokacyjnie", wykonujących loty zarówno na dużych jak i bardzo małych wysokościach, w całym zakresie prędkości ich lotu oraz wysoce manewrowych;

- blokada możliwości rażenia własnych obiektów powietrznych poprzez zastosowanie coraz doskonalszych urządzeń identyfikacyjnych „swój-obcy", mogących, z bardzo wysokim prawdopodobieństwem określać przynależność państwową obiektu powietrznego, w celu zapewnienia bezpieczeństwa samolotom własnym. Urządzenia do określania przynależności powinny być niemożliwe do podrobienia i zastosowania przez przeciwnika;

- niezawodność działania we wszystkich warunkach, a poprzez odpowiednie wyposażenie programowe, stała kontrola funkcjonowania zestawu, zaś w przypadku awarii, natychmiastowe przejście na prace elementów dublujących. Modułowa budowa poszczególnych bloków i standaryzacja elementów wpływa na uproszczenie obsługi, ułatwia lokalizację i usuwanie uszkodzeń;

- możliwość zwalczania balistycznych pocisków rakietowych[138];

- uniwersalność, to znaczy szeroki zakres możliwości bojowych, pozwalających wykonywać zadania o różnym charakterze (zwalczać różne typy środków napadu powietrznego). Wyraża się ona również małą liczbą elementów bojowych, w wyniku miniaturyzacji i unifikacji podzespołów, a przy tym dużą integracją realizowanych funkcji przez poszczególne techniczne podzespoły oraz małą ich liczbą. Wymóg uniwersalności wiąże się z możliwościami zabezpieczenia logistycznego,

---

[138] Współcześnie zarysowuje się tendencja do integrowania możliwości zwalczania powietrznych celów aerodynamicznych i balistycznych w jednym zestawie rakietowym.

w przypadku konieczności użycia naziemnych sił OP poza terytorium kraju (Sojuszu). Duża różnorodność sprzętu sprawia problemy logistyczne, związane z koniecznością zapewnienia części zamiennych, rakiet, a także obsług znających dany typ sprzętu.

Ocenia się, że ze względu na posiadane charakterystyki techniczno – bojowe oraz właściwości taktyczne, w najbliższej przyszłości na świecie dominować będą 3 systemy: amerykański „Patriot", zachodnioeuropejski[139] „SAMP/T" oraz rosyjski S–400 *„Triumf".*

Parametry taktyczno-techniczne nowych systemów rakietowych

Amerykański przeciwlotniczy system rakietowy średniego zasięgu *Patriot* od chwili jego wprowadzenia przeszedł kilka modernizacji. Jest to zestaw nowoczesny o wysokich parametrach techniczno-bojowych, co zapewnia mu możliwość skutecznego zwalczania wszystkich rodzajów celów powietrznych, w tym balistycznych pocisków rakietowych. Obecnie jest on modernizowany z wersji *Patriot PAC-2* do wersji *PAC-3*, a najważniejszym elementem tej modernizacji jest nowy, samonaprowadzający się pocisk – *PAC-3,* budowany w myśl koncepcji „hit-to-kill" tzn. niszczenie celu przez bezpośrednie trafienie.

Zestaw w wersji *PAC-3* może śledzić jednocześnie do 50 aerodynamicznych i 5 balistycznych celów i zwalczać jednocześnie do 9 (pociskami *PAC-2*) i do kilkunastu (pociskami *PAC-3*) celów aerodynamicznych oraz do 5 celów balistycznych. Zasięg zwalczania celów aerodynamicznych wynosi do 70 km, balistycznych - do 25 km (rakietą *PAC-3*). Jednak sektor poszukiwania celów radiolokatora zestawu wynosi 90°, zaś sektor możliwości śledzenia celów - 120°.

Zestaw uzyskuje dane o celach powietrznych z systemu wczesnego ostrzegania i powiadamiania, więc przerwanie dopływu danych obniża jego możliwości bojowe. Jest to zestaw mobilny, przystosowany do transportu drogą powietrzną. Wielofunkcyjna stacja radiolokacyjna oraz wyrzutnie są zamontowane na naczepach i ciągnione są przez 10-tonowe ciągniki, pozostałe elementy zestawu są samobieżne (w niemieckiej wersji *Patriot* wszystkie elementy zestawu są samobieżne). Nowa, lekka wyrzutnia pocisków *PAC-3*, zamontowana na podwoziu samochodu ciężarowo – terenowego, ma przewozić i umożliwić odpalanie ośmiu rakiet. Jej niewielkie wymiary mają poprawić możliwości przemieszczania zestawu i skrócić czas jego rozwi-

[139] W projekcie biorą udział Francja, Włochy, W. Brytania.

jania w trudnym terenie, a jednocześnie umożliwić transport drogą powietrzną samolotami C-130.

Patriot jest zestawem odpornym na przeciwdziałanie elektroniczne, o dużym stopniu zautomatyzowania. Charakteryzuje się wysokim prawdopodobieństwem rażenia celu, krótkim czasem przygotowania do użycia (30 min.) oraz dużą liczbą gotowych do odpalenia rakiet znajdujących się na wyrzutniach. W zestawie znajduje się do 8 czteroprowadnicowych wyrzutni z 4 rakietami *PAC-2* lub 16 rakietami *PAC-3* na każdej wyrzutni, lub dowolna kombinacja obu tych pocisków (mniejsze średnica pocisku *PAC-3* umożliwia umieszczenie ich czterech w pojemniku startowym o rozmiarach pojedynczego pojemnika pocisku *PAC-2.*

Europejski system przeciwlotniczy i przeciwrakietowy średniego zasięgu *SAMP/T* jest nowoczesną konstrukcją, przystosowaną do skutecznej osłony obiektów i wojsk przed wszystkimi możliwymi typami środków napadu powietrznego. W zwalczaniu celów o małej skutecznej powierzchni odbicia nieco większe możliwości ma zestaw *Patriot*, a możliwości zwalczania celów balistycznych zestawu *SAMP/T* są jeszcze dopracowywane.

Zestaw może śledzić jednocześnie do 100 celów i zwalczać do 10 celów różnych typów na odległości do 100 km – cele aerodynamiczne i 25 km – cele balistyczne. Przy czym *SAMP/T,* w przeciwieństwie do *Patriotów* może zwalczać cele dookrężnie, dzięki temu, że jego radiolokator obraca się z szybkością 60 obrotów na minutę, co zapewnia dookrężną obserwację przestrzeni powietrznej, a jego rakiety odpalane są z pionowo ustawionych kontenerów.

Jest to zestaw mobilny i wysoce manewrowy. Niewielka ilość elementów zestawu, zamontowanych za samobieżnych podwoziach kołowych, umożliwia sprawne przemieszczanie w terenie oraz przystosowanie do transportu powietrznego. System *SAMP/T* może być transportowany drogą powietrzna samolotami *C-160, C-130* lub dowolnym większym.

Zestaw *SAMP/T* składa się z jednego radiolokatora *Arabel* (system antenowy i kabina kierowania oraz generator prądotwórczy) oraz z czterech samobieżnych wyrzutni, każda z ośmioma pojemnikami na pociski *Aster 30.* Na życzenie odbiorcy możliwe jest włączenie w skład systemu do sześciu takich wyrzutni. Każda wyrzutnia może być rozmieszczona w odległości do 10 km od radiolokatora (łączność

– radioliniowa, awaryjna – radiowa), co zwiększa możliwości zwalczania celów balistycznych. Jest to nieco mniej, niż w przypadku zestawu *Patriot PAC-3* (do 20 km), w związku z czym, ochraniany przed pociskami balistycznymi obszar jest również mniejszy.

Zestaw charakteryzuje się wysoką odpornością na zakłócenia, wysokim prawdopodobieństwem rażenia celu, krótkim czasem przygotowania do użycia (15 min.) oraz krótkim czasem reakcji (jedynie 8 s). Odpalenie wszystkich ośmiu pocisków z jednej wyrzutni trwa 10 s. Zwykle jeden cel jest zwalczany jednym pociskiem. Moduł kierowania zapewnia włączenie systemu w typowe „natowskie" systemy wymiany informacji taktycznej.

Rosyjski system przeciwlotniczy i przeciwrakietowy S-400 *„Triumf"* jest budowany z wykorzystaniem zupełnie nowych komponentów i unikalnych rozwiązań technicznych, jednak zachowano zamienność podzespołów z kompleksami z rodziny S-300. Mogą w nim być wykorzystywane zarówno rakiety dotychczas stosowane w systemach S-300PMU1 i *Faworit,* jak i dwie nowe rakiety, wykorzystujące samonaprowadzanie, i mające wyjątkowo dobre właściwości zwalczania celów aerodynamicznych, lecących z bardzo dużą prędkością, na małej wysokości oraz celów balistycznych odpalanych z odległości 3500 km – co jest zupełnie nową jakością. Istnieje możliwość jednoczesnego użycia kilku typów rakiet, o różnej masie i zasięgu, co rozszerza zakres i zasięg obrony powietrznej.

Stacja wykrywania celów umożliwia śledzenie do 100 celów, a wielofunkcyjna stacja radiolokacyjna obserwacji okrężnej umożliwia, w najnowszej wersji zestawu, śledzenie 8 celów (do wersji *Faworit* - 6 celów) i naprowadzanie na nie jednego, lub dwóch pocisków. Zasięg zwalczania celów zależy od zastosowanych rakiet i może wynosić 200 km – dla rakiet 48N6E/E2 (*Faworit*) oraz 40 i 120 km dla nowych rakiet 9M96E i 9M96E2. Opracowywana jest również rakieta o zasięgu zwalczania celów do 400 km, samonaprowadzająca się na cel w ostatniej fazie lotu.

Zestaw może uzyskiwać informacje o celach z powietrznego stanowiska dowodzenia lub satelitów, ale wielofunkcyjne systemy radarowe wykrywania i wskazywania celów, kierowania i dowodzenia, czynią system w pełni autonomicznym.

Rosyjski system jest mobilny, wszystkie elementy znajdują się na samobieżnych podwoziach, jednak ich masa i gabaryty są znacznie większe niż w przypadku

konkurencyjnych zestawów. Utrudnia to poruszanie się w trudnym terenie. Ponadto umieszczenie na wspólnym, samobieżnym podwoziu wielofunkcyjnego radiolokatora i stanowiska dowodzenia, oprócz zwiększenia masy, powoduje większe narażenie obsługi i groźbę wyeliminowania całego zestawu, w przypadku trafienia pociskiem przeciwradiolokacyjnym. Jednak takie rozwiązanie znacznie upraszcza i skraca czas rozwinięcia zestawu (do 5 min.) oraz zmniejsza wpływ zakłóceń elektronicznych na pracę zestawu.

System charakteryzuje się wysokim stopniem zautomatyzowania poszczególnych faz użycia oraz wysokim prawdopodobieństwem rażenia celów. W dywizjonie znajduje się 12 wyrzutni, a na każdej mogą znajdować się 4 rakiety starszych typów, lub 16 nowych rakiet, montowanych podobnie jak w *PAC-3,* po 4 do jednego, odpowiednio zmodyfikowanego kontenera startowego. Przy czym ustawione są one pionowo, podobnie jak w systemie SAMP/T.

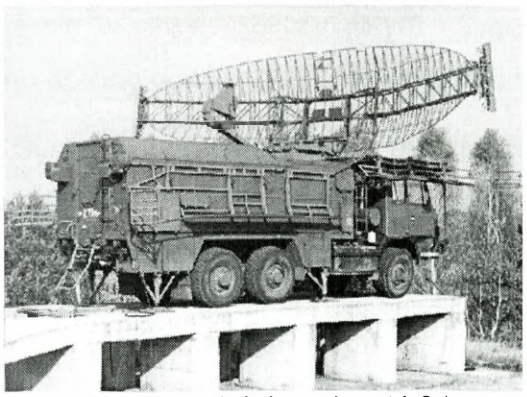
2.3. Wpływ nowych technologii na rozwój systemów rozpoznania i dowodzenia sił powietrznych

Przemiany w dziedzinie rozpoznania radiolokacyjnego

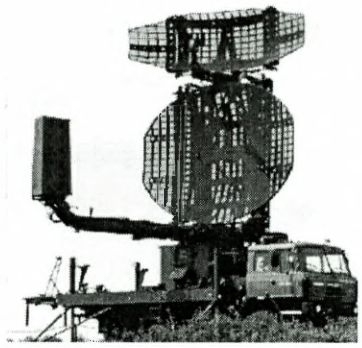
W latach osiemdziesiątych pojawiło się wiele nowych rodzajów radarów nawigacyjnych. W Polsce prawdziwym sukcesem tamtych lat było powstanie stacji do wykrywania celów nisko lecących z rodziny N-2X, w skład której wchodziły N-21 - mobilny radar na pojeździe gąsienicowym, N-23 - stacja brzegowa oraz N-25 – wersja okrętowa radaru. Wszystkie z nich wykorzystywały najnowsze osiągnięcia technologiczne: w pełni koherentny system nadawczo - odbiorczy, funkcje cyfrowego przetwarzania sygnału oraz automatycznego śledzenia tras.

Ostrzegawcza stacja radiolokacyjna N-31 oraz wysokościomierz N-41, przewidziane głównie jako system obrony powietrznej terytorium danego kraju, były również ważnym nowym środkiem kontroli przestrzeni powietrznej tamtego okresu.

W systemach dowodzenia i kierowania, pracowały kolejne wersje urządzeń radarowych typu *NYSA*, *JAWOR*, *NUR*, prezentujące rozwiązania nadążające za światowymi trendami.



Stacja radiolokacyjna *N-31*



Stacja radiolokacyjna *N-11*

Rys. 2.35. Nowoczesne stacje radiolokacyjne sił powietrznych

W 1992 rozpoczęto produkcję pierwszej polskiej trójwymiarowej stacji radiolokacyjnej (3D) o nazwie N-11, opracowanej przez Przemysłowy Instytut Telekomunikacyjny. Stacje weszły na wyposażenie jednostek wojsk radiotechnicznych. Podstawowym zadaniem brygad radiotechnicznych jest radiolokacyjne rozpoznanie przestrzeni powietrznej nad Polską i na podejściach do jej powietrznych granic oraz nad rejonem zagrożenia (walki zbrojnej) i na podejściach do tego rejonu.

System radiolokacyjnego rozpoznania polskiej przestrzeni powietrznej jest dystrybutorem informacji o sytuacji powietrznej, niezbędnych dla podsystemów dowodzenia i ognia przeciwlotniczego oraz działań bojowych lotnictwa. Powiązany jest z ASOC. We współdziałaniu z ruchem lotniczym prowadzi kontrole lotów i przelotów w przestrzeni FIR Warszawa.

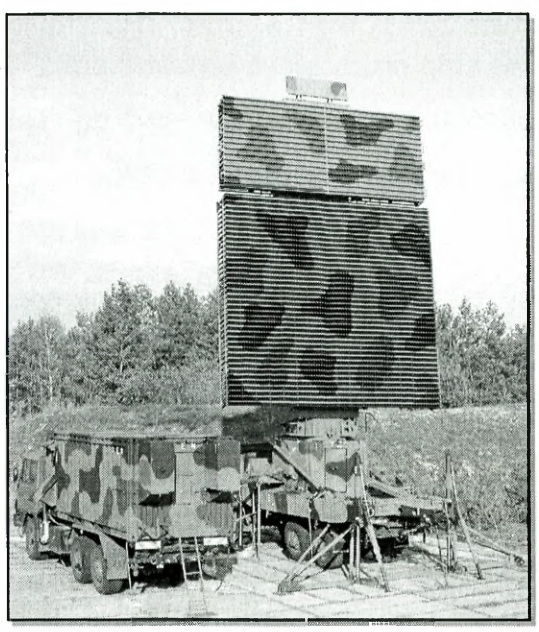
Wojska Radiotechniczne tworzą sieć stacjonarnych posterunków radiotechnicznych, wzmacnianą, w zależności od potrzeb i sytuacji polityczno-militarnej, doraźnie rozwijanymi i wysoce manewrowymi posterunkami. Posterunki pełnią całodobowe dyżury, zgodnie z grafikiem dyżurowania systemu obrony powietrznej RP. Wyposażone są w rodzime trójwspółrzędne stacje radiolokacyjne z ekstraktorami i stacje wieloczęstotliwościowe. Dysponują urządzeniami do identyfikowania obiektów powietrznych, kompatybilnymi z systemami obowiązującymi w NATO i Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego.

Stanowiska dowodzenia i stacje radiolokacyjne wyposażone są w elementy zautomatyzowanego systemu dowodzenia i dystrybucji informacji o sytuacji powietrznej, pozwalające sprzęgnąć je z systemami ASOC i OP NATO. Dystrybucja

odbywa się w czasie rzeczywistym i zapewnia sprawne funkcjonowanie polskiego systemu obrony powietrznej oraz sprawną kontrolę przestrzeni FIR Warszawa.

System operacyjny wojsk radiotechnicznych uzupełnia rodzina radarów typu *AVIA* do kontroli ruchu lotniczego, przeznaczonych dla lotnictwa cywilnego. Pierwsza sztuka została zainstalowana już w 1958 roku. Udoskonalane i z biegiem lat modernizowane, pracują w ogólnopolskim systemie ruchu lotniczego, a także były przedmiotem eksportu.

W latach 90. opracowano rodzinę radarów samolotowych obserwacji dookrężnej typu *ARS* z płaską anteną ścianową. Spełnia on wiele funkcji, takich jak: wykrywanie obiektów nawodnych, przeszukiwanie powierzchni morza w akcjach ratowniczych, zabezpieczanie działań rybołówstwa i ochrony strefy ekonomicznej. Odpowiadając na zapotrzebowanie ochrony środowiska, radar ten może być wykorzystywany do wykrywania i ostrzegania przed zjawiskami meteorologicznymi, a także do kontroli pokrywy lodowej morza i zatok. Radar ten współpracuje z systemowymi obiektami brzegowymi oraz umożliwia dokumentację i archiwizację danych o prowadzonej obserwacji.



Rys. 2.36. Trójwspółrzedny radar dalekiego zasięgu TRD-1211(3D)

Szybki rozwój technologii półprzewodników w kierunku układów wielkiej skali integracji oraz możliwość zastosowania nowych materiałów, takich jak ferryty mikro-

falowe, pozwoliło na opracowanie w latach 80. zupełnie nowej rodziny urządzeń radarowych: trójwspółrzędnych stacji dalekiego zasięgu z płaską anteną ścianową typu ***TRD***. Urządzenie to umożliwia automatyczne śledzenie do 120 obiektów powietrznych i ma zasięg 350 km. Radary TRD stanowią wyposażenie krajowych posterunków radiolokacyjnych i są częścią składową systemu obrony powietrznej NATO. Tego typu stacje radiolokacyjne będą stanowić podstawowe wyposażenie wojsk radiotechnicznych.

Innym, ważnym kierunkiem w radiolokacji jest automatyzacja systemów rozpoznania radiolokacyjnego, dowodzenia i kierowania. Prace w tej dziedzinie są prowadzone od wielu lat. W ich wyniku opracowano i wprowadzono do eksploatacji w całe komplety obiektów automatyzacji posterunków radiolokacyjnych szczebla taktycznego systemu obrony powietrznej. Rozwój technologii pozwolił na modernizację, unowocześnianie i opracowanie całkiem nowych rozwiązań tych obiektów, w wyniku czego te dzisiaj opracowane znacznie odbiegają zarówno swoim wyglądem, jak i funkcjonalnością i możliwościami technicznymi od rozwiązań pierwotnych. Już w najbliższej przyszłości operator posterunku będzie miał do dyspozycji stanowisko wyposażone w nowoczesny kolorowy monitor rastrowy o dużej przekątnej ekranu i rozdzielczości, małoformatowe monitory z płaskim ekranem typu EL, monitory alfanumeryczne, wskaźniki panoramiczno-syntetyczne oraz przyjazne dla człowieka manipulatory kulowe i różnego typu specjalizowane terminale. Transmisja sygnałów pomiędzy urządzeniami współpracującymi w systemie dowodzenia i kierowania będzie się odbywać traktami światłowodowymi.

W obszarze automatyzacji procesów dowodzenia powietrznego przyszłościowym kierunkiem jest wdrażanie opracowanego w latach 90. systemu ***DUNAJ***, który na początku 2002 roku został wprowadzony do eksploatacji na pierwszym w Polsce stanowisku OP NATO. Trzy następne egzemplarze tego systemu będą sukcesywnie wprzęgane do NATO-wskiego systemu dowodzenia na terenie Polski. Reprezentantami urządzeń radiolokacyjnych o zaawansowanej technologii są:

- mobilne trójwspółrzędne radary dalekiego zasięgu w paśmie L,

- mobilne trójwspółrzędne radary średniego zasięgu w paśmie S,

Rys. 2.37. Supermobilny radar do wykrywania celów nisko lecących N-22

Stacje radiolokacyjne sił powietrznych używane do wykrywania celów na małej wysokości, w okresie najbliższych 20 lat będą się charakteryzowały parametrami zbliżonymi do stacji N-22:

- zasięg 100 km; pułap 6 km;
- znakomita wykrywalność celów nisko lecących;
- całkowicie koherentny system nadawczo-odbiorczy z wykorzystaniem techniki kompresji impulsu;
- efektywne układy przeciwzakłóceniowe;
- automatyczne wykrywanie i śledzenie celów;
- wbudowany system identyfikacji "swój-obcy" (IFF);
- wbudowany system nawigacji lądowej;
- rozbudowany system autodetekcji uszkodzeń;
- wbudowany symulator sytuacji powietrznej (do celów treningowych);
- łatwa integracja z systemami obrony przeciwlotniczej i obrony wybrzeża (cyfrowa transmisja danych);
- bardzo wysoka mobilność w każdych warunkach terenowych;

- krótki czas osiągnięcia gotowości bojowej (maksymalnie 3 min);
- osłona załogi przed czynnikami pola walki;
- środki łączności radiowej i przewodowej.

Przyszłość radiolokacji w pierwszym ćwierćwieczu XXI wieku to trójwspółrzędne radary dalekiego zasięgu. Ich parametry taktyczno-techniczne będą zbliżone do radaru TRD-1211(3D). Będą to zatem radary pracujące w paśmie częstotliwości L, zdolne do wykrywania i identyfikacji obiektów powietrznych do odległości 350 km i do wysokości 40 km. Radary będą w stanie określać trzy koordynaty obiektu odległość, azymut i wysokość. Skanowanie azymutu będzie w nich uzyskiwane poprzez mechaniczne przestawianie - obrót anteny. Określanie wysokości może być oparte na metodzie mono impulsowej. Radary generalnie będą się składać się z trzech modułów i ruchomej stacji zasilającej. Będą przystosowane do kontenerowego transportu samochodowego zgodnie ze standardem ISO. Stacje przeznaczone do pracy w systemie obrony powietrznej będą przystosowane do przesyłania sygnałów łączami cyfrowymi w sieci C3I.

Doskonalenie rakietowych zestawów radarowych i przeciwlotniczych będzie zmierzało w kierunku:

- podniesienia manewrowości poprzez zastosowanie zunifikowanych pojazdów o większych właściwościach mobilnych i lepszych możliwościach pokonywania przeszkód terenowych. Zwiększana jest samobieżność poszczególnych elementów rakietowego zestawu przeciwlotniczego poprzez montowanie ich na podwoziach samochodowych i czołgowych (PATRIOT i S-300) zamiast na naczepach. Doskonalone będzie przystosowanie do transportu drogą powietrzną. Głównym z założeń postawionych przed budową nowego systemu przeciwlotniczego MEADS (Medium Extended Air Defense System) było zapewnienie możliwości wykorzystania transportu powietrznego;
- skracania czasu reakcji, na który składa się nie tylko czas szybkiej i precyzyjnie adresowanej informacji, lecz również czas jej opracowania (przetworzenia). Odbywać się to będzie w wyniku wykorzystania doskonalszych komputerów o większej mocy obliczeniowej i wymiany oprogramowania do sterowania wszystkimi funkcjami zestawu rakietowego. Zestaw przeciwlotniczy PATRIOT PAC3, posiadający rozbudowane możliwości w zakresie zwalczania rakiet balistycznych, wykorzystuje oddzielne komputery do obliczania trajektorii lotu każdej z rakiet. Uzyskiwana jest w

ten sposób większa precyzja i szybkość obliczeń, co przy prędkościach osiąganych przez rakietę przeciwlotnicza oraz balistyczną (około 5 Ma) jest niezbędne;

- zwiększeniu prawdopodobieństwa zniszczenia celu pierwszym oddziaływaniem w rezultacie zastosowania doskonalszej rakiety o „cechach inteligentnych". Chmura odłamków powstała po detonacji głowicy bojowej jest formowana przez komputer analizujący położenie celu względem rakiety (głowica tego typu znalazła zastosowanie w zestawach przeciwlotniczych S-300 i S-400). Ulepszone układy napędowe, gazodynamiczne i aerodynamiczne pozwalają osiągać niespotykany w konstrukcjach rakiet poziom manewrowości (zwłaszcza na dużych wysokościach), który umożliwi niszczenie celu poprzez bezpośrednie trafienie (technika hit-to-kill), która wykorzystywana jest w zestawie PATRIOT PAC3. Ma to szczególnie istotne znaczenie przy zwalczaniu celów lecących z dużymi prędkościami, takich jak np. rakiety balistyczne.

- podwyższania gotowości bojowej, a szczególnie jej składowych determinujących czas przygotowania zestawu do użycia. Czas procedur przedsięwzięć związanych ze zmianami z położenia marszowego w bojowe i przygotowania do prowadzenia ognia jest skracany i mierzony w najnowszych zestawach w sekundach. Innym aspektem tego problemu jest zwiększanie liczby gotowych do odpalenia rakiet znajdujących się na wyrzutniach. Dzięki miniaturyzacji rakiet zestaw Patriot PAC 3 posiada po 16 rakiet typu ERINT na każdej wyrzutni. Rośnie również liczba kanałów celowania. Najnowsze zestawy przeciwlotnicze pozwalają na prowadzenie ognia do wielu celów równocześnie, z tempem strzelania zmniejszonym do 2-3 sekund;

- doskonalenia możliwości antyrakietowych w zakresie zwalczania rakiet balistycznych szczebla taktycznego i operacyjnego, rakiet kierowanych klasy „p-z" odpalanych z pokładu samolotu (w tym szczególnie przeciwradiolokacyjnych). Odbywa się to poprzez integrację we wspólnym systemie rakietowych zestawów przeciwlotniczych i kosmicznych środków wykrywania rakiet balistycznych. Wszystko to doprowadza w rezultacie do zatarcia istotnych różnic pomiędzy zestawami przeciwlotniczymi a antyrakietowymi;

- przystosowania zarówno do pełnej współpracy w określonym systemie jak i do działań autonomicznych. Pierwszy wymóg będzie możliwy dzięki standaryzacji rakietowych zestawów przeciwlotniczych, która spowoduje, że będzie można je bez większych kłopotów włączać w skład różnych systemów wykrywania i kierowania

walką. Możliwe będzie modułowe tworzenie ugrupowań rakietowych w zależności od rodzaju zagrożeń z powietrza. Używane obecnie zestawy przeciwlotnicze są kompatybilne i dają możliwość tworzenia jednego ugrupowania.

- zastosowanie nowych rozwiązań technicznych pozwala na ciągłe zwiększanie zasięgu rakiet przeciwlotniczych przy zachowaniu zadowalającego poziomu prawdopodobieństwa wykonania zadania. Zasięgi osiągane przez rakiety rosyjskiego zestawu S-500, będącego w fazie prób, pozwalają na skuteczne rażenie na odległościach około 800 km. Mogą więc one zagrażać HVAA np. powietrznym stanowiskom dowodzenia.

Podsumowując, obrona przeciwlotnicza jest bardzo ważnym elementem systemu obronnego państwa. Doświadczenia ostatnich konfliktów zbrojnych potwierdzają jak duże znaczenie ma posiadanie odpowiednich środków obrony przed uderzeniami z powietrza, będących w stanie skutecznie przeciwdziałać szerokiemu spektrum nowoczesnych środków napadu powietrznego. Rozwój systemów przeciwlotniczych i przeciwrakietowych wskazuje, iż WR wyposażone w nowoczesne systemy rakietowe nadal będą odgrywały bardzo istotna rolę w OP. Szczególną rolę odgrywać będą w zwalczaniu balistycznych pocisków rakietowych, które ze względu na posiadane możliwości stanowią obecnie wyjątkowe zagrożenie.

Kierunki zmian w systemach dowodzenia SP

Prognozowane zmiany w systemach dowodzenia i zarządzania przestrzenią powietrzną będą dotyczyć wyposażenia wojsk w zaawansowane technologicznie środki techniczne i powiązań funkcjonalnych ukierunkowanych na zapewnienie efektywnego dowodzenia siłami i środkami systemu, zarówno w czasie pokoju, jak i w sytuacji kryzysowej oraz podczas konfliktu zbrojnego.

Pod względem funkcjonalnym przyszłościowy system dowodzenia SP będzie dysponował możliwościami wykrycia, identyfikacji i śledzenia statków powietrznych oraz rakiet balistycznych, rakiet samosterujących i środków bezzałogowych. Wczesne ostrzeganie, kontrola przestrzeni powietrznej i dowodzenie SP będzie oparta na powietrznych elementach systemu. Środki naziemne będą spełniały funkcję wspomagającą. Dzięki pełnej automatyzacji i powszechnej dyskretności transmisji danych system zapewni scentralizowane dowodzenie wszystkimi możliwymi środkami rażenia OP. Scentralizowane dowodzenie operacyjne podległymi i przydzielonymi środ-

kami rażenia OP (LM, wojska OPL SP, wojska OPL wojsk lądowych i MW) będzie powszechnie realizowane. Zbiór, ocena i przekazywanie do SD rezultatów prowadzonych działań bojowych także będą w pełni zautomatyzowane.

Zostanie zapewniona możliwość współdziałania SP z wojskami lądowymi i MW oraz koordynacji działań w systemie OP zarówno w układzie narodowym jak i Sojuszniczym. Zostanie osiągnięta funkcja kierowania w sposób zautomatyzowany środki rażenia OP oraz OPL wojsk lądowych i MW. Będzie osiągnięta zdolność zautomatyzowanego opracowania i dystrybucji dokumentów bojowych w trakcie procesu planowania w ramach dowodzenia operacyjno – taktycznego.

W perspektywie 2025 roku w Sojuszu zostanie osiągnięta interoperacyjność podsystemu rozpoznania i nadzoru przestrzeni powietrznej, głównie stacji radiolokacyjnych, zautomatyzowanego systemy zbioru, opracowania i dystrybucji informacji oraz systemów łączności.

System pozyskiwania, analizy i dystrybucji informacji w sieciach dowodzenia SP zostanie rozszerzony o nowe elementy, jakimi będą bezzałogowe statki powietrzne (samoloty i śmigłowce) realizujące zadania obserwacji, rozpoznania o kontroli rezultatów uderzeń. Wprowadzenie na wyposażenie SP bojowych samolotów bezzałogowych może stanowić komponent konwencjonalnych sił uderzeniowych i element obrony przeciwrakietowej.

Łączność dowodzenia powszechnie zostanie oparta na systemach satelitarnych. W dowodzeniu taktycznym systemy radiowe, bazujące na tradycyjnych sieciach radiowych będą pracować w pasmach wysokich i bardzo wysokich częstotliwości (HF i VHF), z niektórymi wyspecjalizowanymi użytkownikami (np. ziemia - powietrze) posługującymi się częstotliwościami jeszcze wyższymi[140].

Wprowadzenie do systemu dowodzenia komputerów wysokiej mocy pozwoli na tworzenie trójwymiarowego obrazu pola walki. Obraz ten będzie dystrybuowany do wszystkich zainteresowanych sztabów.

---

[140] W badaniach przed wdrożeniowych są dwa główne systemy: AN/VRC-12, przewożona na pojazdach i przenośna AN/PRC -77 do łączności ziemia-powietrze. W toku doświadczeń jest bardzo ważny program dla jednokanałowego podsystemu radia nadziemnego i napowietrznego bardzo wysokiej częstotliwości (SINCGARS-V - Single Channel Ground and Airborne Radio Subsystem - VHF), który dostarczył nowej generacji urządzeń.

Środki łączności będą wkrótce zdolne nie tylko do całkowicie zabezpieczonych transmisji fonicznych, lecz również do przetwarzania danych, co jest stale rosnącym zapotrzebowaniem dzisiejszego środowiska walki. Jednak najbardziej interesującym aspektem jest to, ze zmiany częstotliwości będą wykorzystywane do uzyskania wyższego stopnia zabezpieczenia przed zakłóceniami (*electronic counter-counter-measures - ECCM*) (urządzenie nadaje na jednej częstotliwości tylko przez mikrosekundę).

Przyszłościowy podsystem dowodzenia SP i zarządzania przestrzenią powietrzną będzie również zapewniał warunki do kierowania i nadzorowania szkolenia w okresie pokojowego funkcjonowania wojsk, a także mobilizacyjno-operacyjnego rozwinięcia sił i kierowania nimi podczas działań bojowych.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania, których rezultaty zawarte są w niniejszym opracowaniu wskazują, że na przełomie XX i XXI wieku dynamicznie zmienia się sytuacja polityczno-militarna, pojawiają się nowe, nie do końca precyzyjnie zdefiniowane zagrożenia militarne i cywilizacyjne. Mają one i będą miały znaczący wpływ na rozwój sił zbrojnych jako całości oraz ich wszystkich komponentów. Siły powietrzne jako immanentna część sił zbrojnych będą musiały spełniać swoją misję, która będzie elastycznie się zmieniać stosownie do nowych wyzwań i wymagań.

Jak można sądzić, w dającej się przewidzieć przyszłości (lata 2020-2025) dominującą rolę w rozwoju sił powietrznych nadal będą odgrywać kraje o bogatych tradycjach lotniczych i wysokim potencjale wojskowym, przede wszystkim Stany Zjednoczone oraz próbujące im dorównać Europa Zachodnia i Federacja Rosyjska.

Wojna w Zatoce Perskiej (1990-1991) stanowiła przełom w określeniu miejsca i roli sił powietrznych w walce zbrojnej, uwypukliła szczególnie rolę lotnictwa taktycznego w prowadzeniu strategicznego ataku powietrznego oraz wykazała znaczenie użycia broni kierowanej dla osiągnięcia szybkiego i precyzyjnego tempa zamierzonych rezultatów (minimalizacja strat dodatkowych w otoczeniu atakowanych obiektów i wymierna redukcja strat wśród ludności cywilnej). Z kolei wojna przeciwko Irakowi w 2003 roku wykazała, że siły powietrzne są elastycznie wykorzystywane w działaniach wojennych, stosownie do aktualnej sytuacji polityczno-militarnej. Znacznie wzrosło wykorzystanie środków kierowanych do wykonywania precyzyjnych uderzeń z powietrza. Szeroko zastosowano w walce zbrojnej bezzałogowe statki powietrzne, nowe systemy dowodzenia i łączności.

Założenia teoretyczne sieciocentrycznego pola walki znalazły swoje zastosowanie w praktyce. Zastosowano nowe rozwiązania w siłach powietrznych, zarówno w sferze organizacji i realizacji działań powietrznych, jak i w sferze technologicznego doskonalenia systemów walki. Również prace badawczo-rozwojowe prowadzone w zakresie podsystemów walki sił powietrznych wskazują na określone tendencje rozwojowe związane przede wszystkim z postępem technologicznym.

Na podstawie szerokiego spektrum badań przeprowadzonych w ramach tematu „Uwarunkowania rozwoju sił powietrznych 2025" można określić następujące prawidłowości:

1. Na wymagania wobec rozwoju sił powietrznych będą miały wpływ zarówno zagrożenia cywilizacyjne, których istotą jest powstawanie nowych źródeł napięć społecznych, spowodowanych pogłębianiem się różnic między bogatymi, a biednymi regionami, oraz często niezrozumieniem otaczającej rzeczywistości, co budzi frustrację i niezadowolenie, a z drugiej strony nowe zagrożenia. Największym zagrożeniem jest i pozostanie zapewne w perspektywie dwudziestu lat - terroryzm. Innym zagrożeniem będą konflikty na tle religijnym, ekonomicznym, kulturowym, politycznym czy ideologicznym. Konflikty te mogą być również źródłem terroryzmu zarówno obecnie, jaki i w przyszłości. Również niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia oraz środków jej przenoszenia staje się zagrożeniem dla całych regionów, w tym dla Europy. Wskazuje to na możliwość powstania zagrożeń z dala od granic naszego państwa i Sojuszu, którym będzie musiała przeciwdziałać demokratyczna i dobrze zorganizowana społeczność międzynarodowa, włącznie z użyciem siły zbrojnej do odstraszania militarnego, przywracania pokoju i zapewnienia porządku demokratycznego. Tym wyzwaniom muszą sprostać siły zbrojne Sojuszu i naszego państwa oraz siły powietrzne.

2. Zmiany polityczno-militarne zachodzące w Sojuszu Północnoatlantyckim wskazują, że niezbędny będzie kolektywny wysiłek w rozwój przyszłych sił zbrojnych polegający na określonym wkładzie państw członkowskich w tworzenie wymaganych zdolności obronnych. Istotne dla sił zbrojnych sojuszników będzie posiadanie wiarygodnych zdolności do realizowania pełnego spektrum zadań poprzez zapewnienie odpowiedniej struktury, liczebności wojsk, wyposażenia, gotowości bojowej, dyspozycyjności i możliwości zapewnienia ciągłości oraz wysokiej skuteczności działań.

3. Konieczność przeciwdziałania zagrożeniom militarnym, które powstawać będą głównie poza terytorium Sojuszu powoduje, że niezbędne jest, aby siły powietrzne do 2025 roku:

- Uczestniczyły w tworzeniu przewagi informacyjnej w działaniach militarnych.
- Tworzyły globalną siłę zdolną do szybkiego (natychmiastowego) reagowania w dowolnym punkcie kuli ziemskiej.
- Były elastyczne w użyciu, wysoce mobilne i manewrowe.
- Zapewniały obronę przeciwlotniczą i przeciwkosmiczną.

- Posiadały modułową organizację (modułowe jednostki).
- Wykonywały precyzyjne i zdecydowane uderzenia na wyselekcjonowane obiekty w powietrzu, na ziemi, wodzie i pod wodą.
- Były wszechstronnie zabezpieczone przez naziemne i powietrzne środki wsparcia działań.

4. Siły powietrzne są i będą najbardziej „utechnicznionym" rodzajem sił zbrojnych. W nowoczesnych systemach walki będą miały zastosowanie najbardziej zaawansowane technologie z obszaru wykorzystania nowych materiałów o szczególnych właściwościach i wytrzymałości. Znajdą zastosowanie ekonomiczne i wysoko wydajne napędy, wiele nowych osiągnięć elektroniki i informatyki. Przemiany będą dotyczyć zarówno środków walki (systemy nawigacyjno-celownicze, rażenia, przeciwdziałania elektronicznego), jak i systemu wykrywania i dowodzenia (łączność).

5. W lotnictwie sił powietrznych prawidłowością będzie zmniejszanie liczby samolotów bojowych poprzez zwiększanie ich możliwości i skuteczności bojowej. Powszechne będzie stosowanie technik utrudniających wykrycie statków powietrznych, zarówno poprzez odpowiednie kształty jak i wykorzystanie nowych materiałów konstrukcyjnych i ochronnych pochłaniających energię elektromagnetyczną. W konstrukcjach samolotów będą stosowane nowe materiały (tytan, kompozyty węglowe, kewlar), które zastąpią dotychczas stosowane zmniejszając masę konstrukcji na rzecz zwiększania udźwigu uzbrojenia i wyposażenia. Zastosowanie nowych ekonomicznych silników lotniczych oraz nowych rozwiązań w dziedzinie sterowania zapewni zwiększenie sterowności i manewrowości samolotów. Pokładowe urządzenia nawigacyjno-celownicze zapewnią precyzyjne dotarcie w dowolny punkt kuli ziemskiej, wykrycie celów powietrznych, naziemnych i morskich w dowolnych warunkach atmosferycznych o dowolnej porze doby i roku. Pozwolą na użycie optymalnego rodzaju uzbrojenia. Systemy uzbrojenia samolotów zapewnia precyzyjne zwalczanie różnorodnych celów. Gros środków rażenia będzie środkami kierowanymi w różny sposób. Szeroko wdrażane będą do sił powietrznych samoloty bezzałogowe, które oprócz zadań rozpoznawczych będą realizowały funkcje w ramach zwalczania celów powietrznych naziemnych i morskich. Przez to zostanie wyeliminowane zagrożenie dla załóg lotniczych. Nadal rozwijane będą systemy rozpoznawczo-uderzeniowe zdolne do natychmiastowego wykrywania zagrożeń i ich zwalczania.

6. Rozwój nowych technologii będzie wpływał na rozwój naziemnych systemów rażenia obrony powietrznej. Wyrażać się to będzie możliwością wykrywania i zwalczania szerokiego spektrum środków powietrznych (samolotów, śmigłowców, środków bezzałogowych), ale także pocisków rakietowych i środków kosmicznych. Nastąpi zwiększenie zasięgu wykrywania i precyzji określania parametrów celów powietrznych, zmniejszą się czasy reakcji środków rażenia. Systemy dowodzenia będą się rozwijały w kierunku spełnienia wymagań sieciocentrycznego pola walki - zapewnienia niezbędnej informacji dla wszystkich szczebli dowodzenia i żołnierzy oraz „świadomości pola walki" umożliwiającej użycie niezbędnych sił powietrznych tam gdzie i kiedy jest to potrzebne. Odpowiednie systemy łączności i transmisji danych zapewnią szybką obróbkę informacji, analizę sytuacji, wypracowanie decyzji i postawienie zadań wykonawcom w postaci odpowiednich sygnałów lub sformalizowanych dokumentów.

Reasumując, przeprowadzone badania, umożliwiły ustalenie kierunków i prawidłowości rozwoju sił powietrznych do 2025 roku. Rozwiązanie problemów badawczych wskazanych na wstępie zapewniło osiągnięcie celu badań i przedstawienie ich treści w niniejszym opracowaniu. Ustalone uwarunkowania rozwoju sił powietrznych do 2025 roku powinny być ciągle analizowane i twórczo modyfikowane w przyszłości.

BIBLIOGRAFIA

Dokumenty

1. *AAIH AIRNORTH Air Interoperability Handbook*, Edition 3, Ramstein 2001.
2. *AIRCENT Manual 80-6 Tactical Employment*, Ramstein 1996.
3. *AJP-3.3.4.3 Tactics, Techniques and Procedures for NATO Air Transport Operations*, MAS 2001.
4. *ATP-10 (D) Search and Rescue,* DMW. Gdynia 1997.
5. *ATP-27(C) / AJP-3.3.2 Air Interdiction and Close Air Support*, MAS 1999.
6. *ATP-33C / AJP-3.3 Joint Air And Space Operations Doctrine*, MAS 1999.
7. *ATP-49(C) Use of Helicopters in Land Operations*, Vol. 1, MAS 1999.
8. *ATP-53(A) NATO Air Transport Policies and Procedures*, MAS 1993.
9. *ATP-56(A) / AJP-3.3.4.2 Air to Air Refueling*, MAS 1999.
10. *ATP-62 / AJP-3.3.4.6 Combat Search and Rescue*, MAS 1999.
11. *ATP-63 / AJP-3.3.2.1 Tactical, Techniques and Procedures for Close Air Support Operations*, MAS 1999.
12. *JP 3-05 Doctrine for Joint Special Operations*, Joint Staff 1998.
13. *JP 3-17 Joint Doctrine and Joint Tactics, Techniques and Procedures for Air Moblity Operations*, Joint Staff 2002.
14. *JP 3-50.21 Joint Tactics, Techniques and Procedures for Combat Search and Rescue*, Joint Staff 1998.

Publikacje książkowe

1. Andrews W. F., Airpower against an army, AU Press, AFB 1998.
2. Barcin Z., Długosz M. *Organizacja akcji poszukiwania i ratowania na morzu.* Wydawnictwo Wyższa Szkoła Morska w Gdyni 1998.
3. Bartnik R., *Lotnictwo uderzeniowe. Zakres zastosowań i taktyka w działaniach bojowych.* AON, Warszawa 2003.
4. Brungess J. R., *Setting the Context. Suppression of Enemy Air Defenses and Joint War Fighting in an Uncertain World*, AU Press, AFB, 1994.

5. Dęga Cz. *Uzbrojenie i pole walki wojsk lądowych do 2020*, Warszawa, 1995.

6. *Jane's All World's Aircraft*, Janes Gorup 2002/2003.

7. *Jane's All World's Aircraft*, Janes Gorup 2002/2003.

8. Jóźwiak K., *Współczesna technika rozpoznania powietrznego*, AON, 1994.

9. Karpowicz J., *Bezzałogowe statki powietrzne i miniaturowe aparaty latające*. AON, Warszawa 2003.

10. Karpowicz J., Cieślak E. *Lotnictwo wsparcia w sojuszniczych działaniach powietrznych*. AON, Warszawa 2003.

11. Karpowicz J. i inni. *Podstawy taktyki lotnictwa SP*. AON, Warszawa 2002.

12. Karpowicz J., Krawczyk P., *Lotnictwo myśliwskie. Zakres użycia i taktyka w działaniach bojowych*. AON, Warszawa 2003.

13. Karpowicz J., *Ratownictwo lotnicze*. AON, Warszawa 2003.

14. Karpowicz, J., *Taktyka lotnictwa uderzeniowego w sojuszniczych działaniach powietrznych*, AON, Warszawa 2002.

15. Malinowski D., *Wymagania i koncepcja użycia samolotów wielozadaniowych w SP RP*, Warszawa 1998.

16. Marud W., Morchal R., Wykorzystanie termowizji w działaniach bojowych lotnictwa, AON, Warszawa 2000.

17. Toffler A. i H., *Wojna i antywojna*, W-wa, 1997.

18. Zabłocki E., Marciniak M., Wojenne i pozawojenne zastosowanie bojowe współczesnych sił powietrznych oraz tendencje ich rozwoju, AON, Warszawa 2001

19. Zabłocki E., Siły powietrzne w systemie obronnym państwa, AON, Warszawa 1996

20. Zabłocki E., Współczesne siły powietrzne w wojnie i operacji, [w:] „Zeszyty Naukowe AON. Współczesne siły powietrzne – misje, zadania, tendencje rozwoju", numer specjalny 2(47)A, 2002

21. Zabłocki E., Współczesne siły powietrzne, AON, Warszawa 2002

Artykuły

1. Błaszczyk J., Zalewski P., Współczesne samoloty myśliwskie, Przegląd WLOP 11/1996.

2. Błaszczyk J., Wróblewski M., Zalewski P., Wielozadaniowy samolot bojowy - awionika, Przegląd WLOP 11/1998.

3. Butowski P.: *Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza*, Nowa Technika Wojskowa 3/2001.

4. Butowski P.: *Rosyjskie radary dla samolotów myśliwskich*, Nowa Technika Wojskowa 4/1997. Błaszczyk J., Walory techniczno-bojowe samolotów wielozadaniowych F-16C, JAS 39 Gripen, Mirage 2000-5, a jakość samolotów bojowych WLOP, Przegląd WLOP 5/2003.

5. Cierniak R., Czy termolokacja zmieni taktykę lotnictwa myśliwskiego?, Przegląd WLOP 10/1999.

6. Gotowała J., Lotnictwo rosyjskie nad Czeczenią, [w:] „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej" 2001, nr 9

7. Gotowała J., Przyszła wojna, [w:] „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej" 1998, nr 2

8. Gotowała J., Systemowe i technologiczne uwarunkowania rozwoju sił powietrznych, [w:] „Zeszyty Naukowe AON. Współczesne siły powietrzne – misje, zadania, tendencje rozwoju", numer specjalny 2(47)A, 2002

9. Gruszczyński J., Rybak E.F.: *Tendencje rozwojowe współczesnych taktycznych samolotów wielozadaniowych w Stanach Zjednoczonych i Europie Zachodniej,* Nowa Technika Wojskowa 3/2001.

10. Gruszczyński J., Fiszer M., Lotnictwo NATO nad Jugosławią, [w:] „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej" 1999, nr 10

11. Gruszczyński J., Fiszer M., Wielozadaniowy Samolot Bojowy MiG-29, Wydawnictwo Magnum X, Warszawa 2002

12. Gruszczyński J., Rybak E.F., Samoloty sił powietrznych Stanów Zjednoczonych, Warszawa 2001

13. Gruszczyński J., Taktyczno-techniczne uwarunkowania rozwoju lotnictwa myśliwsko-bombowego, [w:] „Zeszyty Naukowe AON. Współczesne siły powietrzne – misje, zadania, tendencje rozwoju", numer specjalny 2(47)A, 2002

14. Hypki T.: *Ostatnie amerykańskie myśliwce*, Skrzydlata Polska 5/2000.

15. Kagan M., *Unmaned Aerial Vehicle Relays Pictures to Airborne Radar*, Signal, 5/1999.

16. Kayton M., Fried W.R.: *Avionics navigation system, second edition*, John Wiley & Sons, Inc., New York 1997.

17. Kozakiewicz A., Wróblewski M., Zalewski P., *Amerykańskie bezpilotowe statki powietrzne programu Tier*, PWL i OP, 10/2000.

18. Kozakiewicz A., Wróblewski M., Zalewski P., *Bezpilotowe statki powietrzne klasy mikro*, PWL i OP, 9/2001.

19. Markiewicz M.T, Przegląd WLOP, *Bezzałogowe statki powietrzne – nowe wyzwanie dla systemu zarządzania ruchem lotniczym*, 09/2002.

20. Mike J., Zalewski P., *Przegląd Morski, Zastosowanie BSP*, 04/2001.

21. Nolan C. Robert, *The pilotless airforce? A look at replacing human operators with advanced technology*, 03/1997.

22. Peach S. W. *Perspectives on Air Power*. HMSO, London 1998.

23. Polak Z., Rypulak A.: *Awionika, przyrządy i systemy pokładowe*, cz.II, WSOSP, Dęblin 2000.

24. Stimson G.W.: *Introduction to airborne radars, second edition*, Scitech Publishing, Inc., New Jersey 1998.

25. Witczak A.: *Wielofunkcyjne radary pokładowe*, Lotnictwo, Aviation International 21/1993.

Źródła internetowe

1. *www.fas.org/dod/-101/sys/ac/equip/an-aaq-24.htm*.

2. *www.fas.org/intelligence/systems.*

3. *www.fas.org/irp/program/collect*.

4. *www.fas.org/man/dod/sys/ac/ec-130.htm.*
5. *www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/equip.*
6. *www.combataircraft.com/special.asp*www.aaicorp.com/defense/uav/
7. www.airforce-technology.com/projects/predator
8. www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/chapman.htm
9. www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/lazarski.htm
10. www.army-technology.com/projects/
11. http://www.aoe.vt.edu/research/groups/ucav/
12. www.boeing.com/news/releases/2002/q2/nr_020523m_facts.html
13. www.boeing.com/news/releases/2002/q2/nr_020523m_facts.html
14. www.boeing.com/phantom/ucav.html
15. www.darpa.mil/ucav
16. www.defenselink.mil/news/Apr2002/
17. www.dfrc.nasa.gov/gallery/
18. www.fas.org/irp/agency/usaf/acc/awfc/53w/uavb
19. www.fas.org/irp/program/collect/pointer.htm
20. www.fas.org/man/dod-101/sys/ac/ucav.htm
21. www.geocities.com/unicraftmodels/on/ucav/ucav.htm
22. www.janes.com/aerospace/military/news
23. http://www.metavr.com/technology/microuavtraining.html
24. http://www.pmulcahy.com/uavs/russian_uavs.html
25. www.spacedaily.com/news/
26. http://www.strange-mecha.com/aircraft.htm
27. www.uavcenter.com
28. www.unmannedaircraft.com

BIBLIOTEKA GŁÓWNA - ARCHIWUM
Akademii Obrony Narodowej
Nr 57817