

AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ



**Studium
przyszłości
sił powietrznych.
Kierunki rozwoju
do 2025 roku**

65172

Warszawa 2009

Zespół autorski:

Prof. nadzw. dr hab. inż. Stanisław ZAJAS – redakcja naukowa (wstęp, rozdział 1, podsumowania rozdziałów, zakończenie)

Prof. nadzw. dr hab. inż. Zbigniew GROSZEK (podrozdział 2.1)

Prof. nadzw. dr hab. inż. Janusz KARPOWICZ (podrozdział 4.1)

Prof. nadzw. dr hab. inż. Andrzej GLEN (podrozdział 5.1)

Plk dr hab. inż. Maciej MARSZAŁEK (rozdział 3)

Plk nawig. dr hab. Eugeniusz CIEŚLAK (podrozdział 4.2)

Plk nawig. dr Sylwester SZULC (podrozdział 2.2)

Plk nawig. dr Jacek NOWAK (podrozdział 5.2)

Projekt okładki i stron tytułowych

Dariusz Łysio

Redaktor

Teresa Piątek

Skład i łamanie

Małgorzata Gawłowska

Korekta

Małgorzata Sęktas



© Copyright by Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 2009

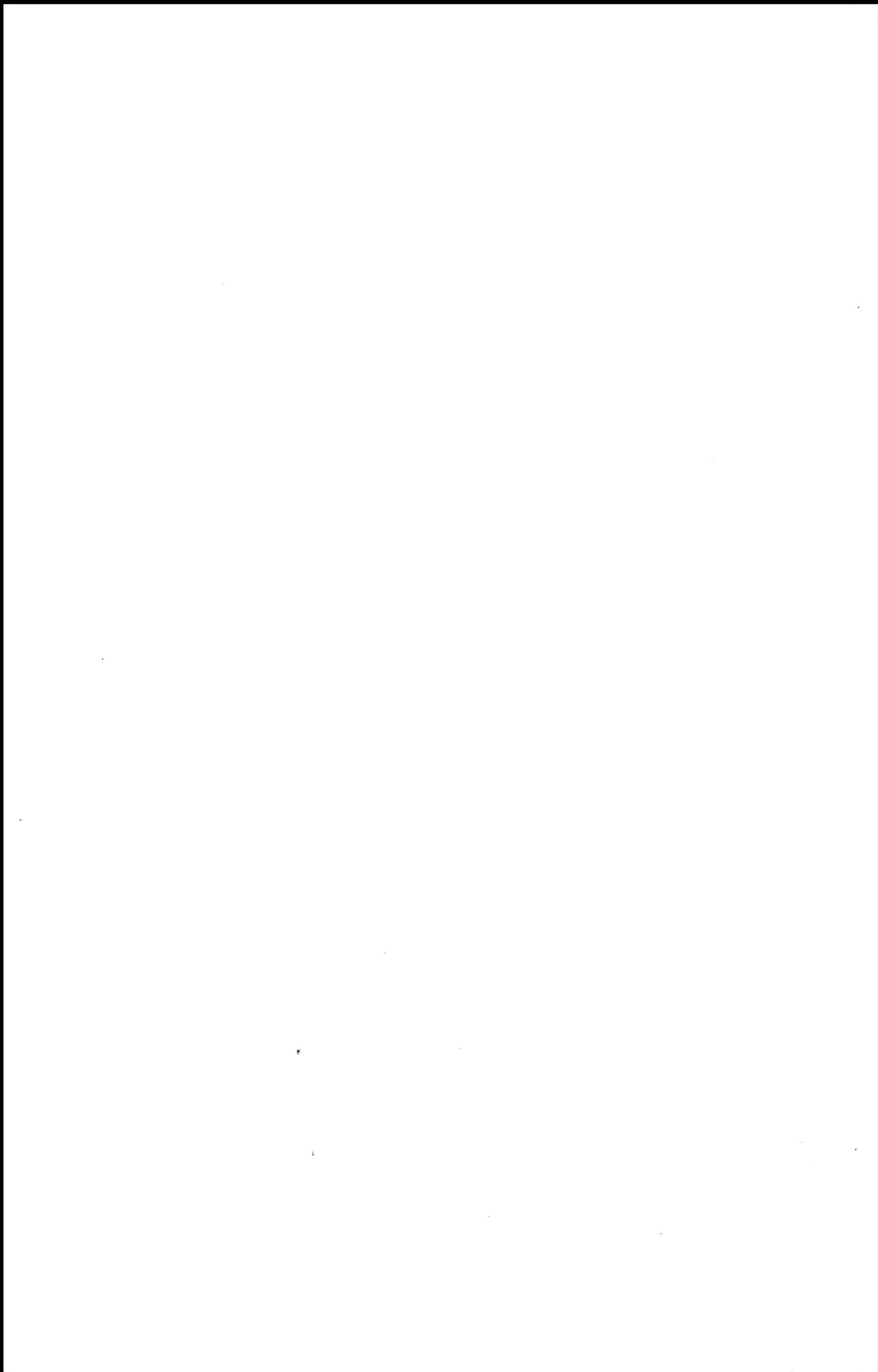
ISBN 978-83-7523-063-5

Sygn. AON 5913/09

Skład, druk i oprawa: Wydawnictwo Akademii Obrony Narodowej
00-910 Warszawa, al. gen. A. Chruściela 103, tel. 681-40-55, tel./faks 681-37-52
Zam. nr 237/2009

SPIS TREŚCI

WSTĘP	5
Rozdział 1	
UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU	9
1.1. Przyszłe operacje militarne w aspekcie zmian w globalnym środowisku bezpieczeństwa oraz nowych koncepcji prowadzenia działań	9
1.2. Koncepcja użycia oraz wymagania wobec sił powietrznych w aspekcie ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych	24
Rozdział 2	
KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMÓW ROZPOZNANIA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU	37
2.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów rozpoznania sił powietrznych	37
2.2. Kierunki rozwoju powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych	48
Rozdział 3	
KIERUNKI ROZWOJU NAZIEMNYCH SYSTEMÓW OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU	79
3.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych dalekiego zasięgu	79
3.2. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych średniego zasięgu	88
3.3. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych małego i bliskiego zasięgu	92
3.4. Właściwości użycia naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych w perspektywicznej obronie powietrznej	96
Rozdział 4	
KIERUNKI ROZWOJU LOTNICTWA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU	107
4.1. Kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych	107
4.2. Kierunki rozwoju bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych	129
Rozdział 5	
KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMU DOWODZENIA SIŁAMI POWIETRZNYMI DO 2025 ROKU	145
5.1. Kierunki strukturalnego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku	145
5.2. Kierunki technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku	158
ZAKOŃCZENIE	175
BIBLIOGRAFIA	179



WSTĘP

Przełom XX i XXI wieku to okres bardzo ważnych i decydujących zmian w obszarze polityki międzynarodowej, a szczególnie w obszarze bezpieczeństwa, zarówno w ujęciu światowym, jak i w odniesieniu do poszczególnych państw i społeczeństw. Dynamiczny proces zmian związany jest przede wszystkim z faktem rozwiązania Układu Warszawskiego oraz rozszerzeniem się obszaru bezpieczeństwa i rozwoju ekonomicznego, szczególnie w Europie. Usamodzielnienie się na zasadach demokratycznych wielu państw oraz znaczące rozszerzenie NATO i Unii Europejskiej zwiększyły poczucie integracji i bezpieczeństwa. Zanikł podział świata na dwa przeciwstawne obozy, a określenie „zimna wojna” jest pojmowane i rozpatrywane w kategoriach historycznych.

Powyższa konstatacja wcale nie oznacza, że żyjemy w świecie bez zagrożeń. Chociaż prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego na skalę światową jest oceniane jako bardzo niskie, to pojawiły się nowe zagrożenia bezpieczeństwa, którymi są:

- międzynarodowy terroryzm,
- niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia,
- konflikty lokalne lub regionalne o podłożu etnicznym, religijnym lub ekonomicznym,
- upadek struktur państwowych niektórych państw, co powoduje chaos i prowadzi do wybuchu wojen domowych.

Istotą tych zagrożeń jest ich asymetryczność, co oznacza, że bardzo często trudno jest zidentyfikować konkretnego przeciwnika, a tym samym bardzo trudno jest organizować przeciwdziałanie, gdyż nie wiadomo, kiedy i jak on zadziała lub jak uderzy. Należy jednakże podkreślić, że chociaż zagrożenia te mogą pojawiać się w odległych rejonach naszego globu, to w erze powszechnej globalizacji, poprzez sieć światowych połączeń mogą oddziaływać również lokalnie. Niezbędne jest więc uwzględnianie wpływu tych nieraz lokalnych zagrożeń zarówno na światową, jak i narodową sytuację bezpieczeństwa oraz przewidywanie konieczności przeciwdziałania tym zagrożeniom.

Sytuacja ta powodowała i powoduje konieczność dokonania przewartościowań w podejściu do problemów bezpieczeństwa, zarówno w ujęciu światowym, jak i narodowym. Polska jest członkiem Sojuszu Północnoatlantyckiego i Unii Europejskiej. Dzięki temu zwiększył się poziom naszego bezpieczeństwa, co wynika w równej mierze z założeń sojuszniczych (art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego), jak i z przynależności do społeczności europejskiej. Oznacza to, że tak NATO, jak i Unia Europejska, w tym i Polska muszą dokonać znaczących zmian w obszarze polityczno-militarnym celem dostosowania się do obecnych i przyszłych wyzwań. Pomimo wzrostu poziomu i poczucia bezpieczeństwa, szczególnie w obszarze euroatlantyckim, nadal niezbędne jest posiadanie przez poszczególne państwa sił

zbrojnych, które są ważnym narzędziem realizacji polityki. W układzie sojuszniczym i europejskim siły te muszą być zdolne nie tylko do obrony własnego terytorium w sytuacji napaści na którekolwiek państwo NATO, w ramach kolektywnej obrony, ale też do udziału w szerokim spektrum operacji reagowania kryzysowego poza granicami sojuszu.

Oznacza to między innymi konieczność posiadania przez poszczególne państwa jednostek sił zbrojnych w odpowiednich stopniach gotowości bojowej, mobilnych i wszechstronnie zabezpieczonych, w celu prowadzenia działań przez długie okresy z możliwością rotowania sił poza terytorium kraju czy sojuszu. To stawia też wysokie wymagania wobec transportu na duże odległości – żołnierzy, sprzętu oraz wszelkiego zaopatrzenia. Najbardziej mobilny i najszybszy jest w takich sytuacjach transport powietrzny.

Analiza operacji militarnych prowadzonych po 1990 roku wskazuje, że znaczącą, a niekiedy nawet dominującą rolę (jak w przypadku działań przeciwko byłej Jugosławii w 1999 roku) odgrywały w nich siły powietrzne. Należy podkreślić, że po zakończeniu zimnej wojny nastąpiło zauważalne zmniejszenie stanów osobowych oraz uzbrojenia sił powietrznych. Następuje także stopniowa zmiana jakościowa, poprzez wprowadzenie do uzbrojenia nowych, charakteryzujących się bardzo wysokimi możliwościami bojowymi, a jednocześnie, bardzo drogich samolotów, śmigłowców i środków bezzałogowych, naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, systemów dowodzenia, oraz poprzez modernizację istniejącego uzbrojenia i wyposażenia.

Na rozwój sił powietrznych w perspektywie najbliższych dwudziestu lat będzie też miał wpływ ogromny postęp w dziedzinie technologii, w tym przede wszystkim w dziedzinie elektroniki. Jest już obecnie jasne, że przyszłe działania militarne będą prowadzone zgodnie z zasadami walki sieciocentrycznej. Oznacza to, że dominującą rolę będzie odgrywała informacja, a pole walki będzie obejmowało warstwę sensorów (dostarczycieli informacji), warstwę platform bojowych, warstwę dowodzenia i łączącą wszystkie te elementy sieć informacyjną, która zapewni, zarówno decydom, jak i wykonawcom, tzw. świadomość pola walki.

Postęp technologiczny zapewnia też wzrost możliwości sił powietrznych poprzez zastosowanie w samolotach bojowych supermanewrowości i technologii stealth, zastosowanie naziemnych i powietrznych precyzyjnych środków rażenia i zautomatyzowanych naziemnych i powietrznych środków rozpoznania radarowego, elektronicznego i optoelektronicznego. Coraz szersze będzie też wykorzystanie bezzałogowych aparatów latających, nie tylko do rozpoznania powietrznego, ale też do wykonania uderzeń na cele na lądzie, morzu czy w powietrzu.

Jakie zatem powinny być siły powietrzne w perspektywie 2025 roku, do wykonania jakich zadań i w jakich warunkach mają być gotowe oraz jakie powinny być kierunki rozwoju ich systemów rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, lotnictwa załogowego i bezzałogowego oraz systemu dowodzenia?

Niniejsza monografia jest opracowaniem teoretycznym stanowiącym syntetyczne ujęcie problematyki rozwoju sił powietrznych do 2025 roku¹. Celem badań prezentowanych w monografii było ustalenie przyszłych uwarunkowań użycia sił powietrznych oraz opracowanie kierunków rozwoju ich systemów rozpoznania, systemów obrony przeciwlotniczej, lotnictwa i systemu dowodzenia w perspektywie czasowej do 2025 roku². Ze zdefiniowanego w ten sposób celu badań wynikały następujące problemy badawcze:

1. Jakie będą przyszłe operacje militarne w aspekcie zmian w globalnym środowisku bezpieczeństwa oraz nowych koncepcji prowadzenia działań (walki), a także jakie powinny być koncepcja użycia oraz wymagania wobec sił powietrznych w kontekście ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych (do 2025 roku)?

2. Jakie będą kierunki rozwoju naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych do 2025 roku?

3. Jakie będą kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych do 2025 roku?

4. Jakie będą kierunki rozwoju załogowego i bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych do 2025 roku?

5. Jakie będą kierunki strukturalnego i technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku?

Badania prowadzono głównie metodami teoretycznymi, czyli metodą analizy, syntezy, porównania, uogólnienia i abstrahowania. Metodami tymi badano uwarunkowania polityczno-militarne oraz technologiczne rozwoju sił zbrojnych i sił powietrznych, a także założenia teoretyczne oraz doświadczenia praktyczne dotyczące walki sieciocentrycznej i sieciocentrycznego pola walki. Analizie i ocenie poddano bardzo szerokie spektrum literatury przedmiotu angielsko- i polskojęzycznej. Do najważniejszych pozycji literatury należały:

– w zakresie ustalenia polityczno-militarnych uwarunkowań rozwoju sytuacji oraz wynikających z nich wymagań wobec lotnictwa sił powietrznych – „Nowa koncepcja strategiczna Sojuszu Północnoatlantyckiego”, „Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej”, „Strategia wojskowa Rzeczypospolitej Polskiej”, „Secure Europe in a Better World. European Security Strategy”,

¹ Zostało opracowane jako synteza badań tej problematyki, szeroko prezentowanej w pięciu opracowaniach dotyczących kierunków rozwoju sił powietrznych do 2025 roku:

– S. Zajas (kierownik naukowy), J. Karpowicz, R. Szpyra, *Uwarunkowania rozwoju sił powietrznych 2025*, AON, Warszawa 2004.

– S. Zajas (kierownik naukowy), J. Karpowicz, Z. Groszek, *Studium przyszłości sił powietrznych. System rozpoznania i walki elektronicznej 2025*, AON, Warszawa 2004.

– S. Zajas (kierownik naukowy), P. Makowski, M. Marszałek, *Naziemne systemy obrony powietrznej. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2005.

– S. Zajas (kierownik naukowy), J. Karpowicz, E. Cieślak, *Lotnictwo sił powietrznych. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2006.

– S. Zajas (kierownik naukowy), A. Glen, J. Nowak, *System dowodzenia siłami powietrznymi. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2007.

² W monografii nie przedstawiono problematyki zabezpieczenia logistycznego sił powietrznych, gdyż wymaga ona oddzielnych, pogłębionych badań.

– w zakresie identyfikacji istoty walki sieciocentrycznej – opracowanie Dawida Albertsa, Johna Garstki i Fredericka Steina „Network Centric Warfare: „Developing and Leveraging Information Superiority” oraz oficjalny dokument koncepcyjny „Net-Centric Environment. Joint Functional Concept” Departamentu Obrony USA,

– w zakresie technologicznego rozwoju sił powietrznych – polskie i angielskojęzyczne opracowania dotyczące rozwiązań technologicznych i praktycznych systemów rozpoznania, obrony przeciwlotniczej, lotnictwa i systemu dowodzenia sił powietrznych.

W prowadzonych badaniach pomocne okazały się analizy narodowych planów USA w zakresie rozwoju sił powietrznych, zawarte w dokumencie pt. „Joint Vision 2025”. Rezultaty badań teoretycznych konfrontowano poprzez udział w konferencjach naukowych, a także poprzez dyskusje i wywiady z oficerami Sił Powietrznych RP oraz z oficerami sił powietrznych innych państw.

W badaniach główny wysiłek koncentrowano na analizie i ocenie programów, rozwiązań koncepcyjnych, technicznych i funkcjonalnych dotyczących podstawowych systemów uzbrojenia sił powietrznych, zarówno w ujęciu współczesnym, jak i perspektywnym. Wiele systemów stosowanych współcześnie jest bowiem i będzie twórczo rozwijanych w przyszłości. Te rozwiązania, jak również trendy w opracowywaniu nowych systemów wyznaczają ich przyszłościowe kierunki rozwoju, które w niniejszym studium były badane w perspektywie czasowej do 2025 roku.

Monografia składa się z pięciu rozdziałów merytorycznych. Rozdział pierwszy zawiera ustalenia dotyczące istoty przyszłych zagrożeń bezpieczeństwa oraz ich wpływu na charakter i sposób prowadzenia przyszłych operacji militarnych, a także istoty nowej koncepcji prowadzenia walki na sieciocentrycznym polu walki. Ustalenia te stanowiły bazę merytoryczną do opracowania koncepcji użycia sił powietrznych oraz sprecyzowania wymagań wobec tych sił w aspekcie ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych.

Treści rozdziału drugiego dotyczą kierunków rozwoju naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania, natomiast trzeciego – kierunków rozwoju systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych do 2025 roku.

Rozdział czwarty zawiera prezentację kierunków rozwoju załogowego i bezzałogowego lotnictwa, a rozdział piąty – systemu dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie 2025 roku.

Opracowanie adresowane jest do wszystkich osób, które zajmują się szeroko rozumianym powietrznym wymiarem działań militarnych. Może być wykorzystane w procesie dydaktycznym przez nauczycieli akademickich i studentów, jak również do opracowania planów i programów rozwoju sił powietrznych i ich poszczególnych systemów oraz przez kadrę naukowo-techniczną przemysłu obronnego do opracowania wymagań technicznych wobec systemów uzbrojenia sił powietrznych. Ustalenia zawarte w pracy mogą też być twórczą inspiracją do dalszych, pogłębiających badań problematyki rozwoju sił powietrznych i ich poszczególnych systemów.

Rozdział 1

UWARUNKOWANIA ROZWOJU SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

1.1. Przyszłe operacje militarne w aspekcie zmian w globalnym środowisku bezpieczeństwa oraz nowych koncepcji prowadzenia działań

Prognozowanie rozwoju sytuacji w dłuższej perspektywie czasowej jest zajęciem trudnym i często obarczonym dużymi błędami. Dlatego też w działalności badawczej prognozowanie powinno się opierać na ustaleniu określonych prawidłowości, które są charakterystyczne i niezmiennie w dłuższym okresie. Poza tym zazwyczaj w miarę stałe kierunki rozwoju, na przykład technologicznego, wyznaczają też rozwiązania stosowane przez najbardziej rozwinięte państwa, o ile rozwiązania te mogą być w przyszłości zastosowane w szerszym zakresie.

Rozpatrując rozwój sił zbrojnych oraz tworzących je komponentów rodzajów sił zbrojnych w długiej perspektywie czasowej (w niniejszym opracowaniu do 2025 roku) niezbędne jest przeanalizowanie wielu uwarunkowań. Jednakże podstawą badań w tym zakresie powinno być rozpatrzenie uwarunkowań polityczno-militarnych mających wpływ na tworzenie przyszłych systemów bezpieczeństwa światowego oraz na wymagania rozwoju sił zbrojnych. Ustalenia te mogą być podstawą do sformułowania wymagań dotyczących rozwoju sił powietrznych.

Przeprowadzone badania dowiodły, że po 1990 roku 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 przyjęto w 1999 roku Węgry, Czechy i Polskę, a w 2004 roku kolejnych siedem państw (Estonia, Łotwa, Litwa, Słowacja, Rumunia, Słowenia, Bułgaria). Znacząco wzrósł poziom bezpieczeństwa państw Europy. Ocenia się, że obecnie prawdopodobieństwo wybuchu konfliktu zbrojnego o dużej skali w Europie jest bardzo niskie.

Na przestrzeni ostatnich lat Polska stała się pełnoprawnym członkiem Sojuszu Północnoatlantyckiego, a trwały sojusz ze Stanami Zjednoczonymi ugruntował naszą międzynarodową pozycję. Staliśmy się też członkiem Unii Europejskiej, a to stawia określone wymagania co do uczestniczenia w procesie przekształcania się integracji gospodarczej również w integrację polityczno-militarną³. Pojawiły się

³ W. Czarniecki, S. Czum, *Przyszłość Sił Zbrojnych RP – miejsce Polski w euroatlantyckich strukturach bezpieczeństwa*, materiały z konferencji naukowej pt. „Polska wizja przyszłego pola walki. Wymagania i potrzeby”, Warszawa 2004, s. 1.

jednak nowe zagrożenia o zasięgu i znaczeniu globalnym, do których zalicza się międzynarodowy terroryzm, proliferację 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. Jednakże brak symptomów konfrontacji globalnej nie jest jednoznaczny z nastaniem ery absolutnego spokoju⁴.

Należy też podkreślić, że ataki terrorystyczne z 11 września 2001 roku w Stanach Zjednoczonych, czy w Hiszpanii w marcu 2004 roku oraz w Londynie w lipcu 2005 roku, a także przeprowadzenie kampanii zbrojnej przeciwko reżimowi Saddama Husajna w 2003 roku mają duże znaczenie dla rozwoju sytuacji na początku XXI wieku i będą miały znaczące implikacje w tym obszarze w kolejnych dekadach tego wieku.

Specjaliści z obszaru bezpieczeństwa oceniają, że oprócz wymienionych faktów na rozwój sytuacji polityczno-militarnej obecnie i w przyszłości wpływ będzie miało⁵:

- przekształcenie się NATO z sojuszu polityczno-militarnego w sojusz o wzrastającym znaczeniu politycznym,
- rozszerzenie się Unii Europejskiej oraz jej rozwój, w tym również w zakresie integracji militarnej i poprzez znaczący wkład w zapewnienie bezpieczeństwa światowego,
- wzrost znaczenia Stanów Zjednoczonych jako potęgi militarnej,
- wzrost potęgi ekonomicznej oraz militarnej Chin i Indii, a także umocnienie się wpływu tych państw na światową ekonomię, na światowy rynek finansowy oraz przyszłość rynku globalnego.

Badania globalnych uwarunkowań rozwoju po zakończeniu zimnej wojny wskazują, że nastąpiło otwieranie się granic państw, nastąpił wzrost znaczenia handlu międzynarodowego, obserwujemy przemieszczanie inwestycji w rejony, gdzie zyski są największe, a warunki inwestowania najlepsze, przy najniższych kosztach produkcji. Sytuacja ta spowodowała także rozwój technologii i rozszerzanie się demokracji. Jednakże proces globalizacji przynosi też frustracje i niezadowolone. Dlatego w świecie ciągle istnieją punkty zapalne, wybuchają konflikty zbrojne i wojny domowe.

Światowe zasoby energii są obiektem szczególnej troski i zabiegów. Europa jest największym importerem światowym ropy naftowej i gazu – obecnie stanowi to 50% światowego zużycia. W przyszłości zapotrzebowanie na te surowce 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 ze względu na surowce energetyczne są: Bliski Wschód (pań-

⁴ Tamże.

⁵ *A Secure Europe in a Better World. European Security Strategy*, Brussels 2003.

stwa Zatoki Perskiej), Rosja oraz Północna Afryka. Te rejony są i będą przedmiotem szczególnego zainteresowania zarówno w sferze polityki, jak i ekonomii oraz w sferze militarnej⁶. Ocenia się, że w tych regionach prawdopodobieństwo wybuchu niezadowolenia jest największe, a to może w konsekwencji powodować wybuch konfliktów o charakterze militarnym⁷.

Współzawodnictwo i 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? W czym wyrażać się będzie istota tych zagrożeń?

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 mało prawdopodobna. Jednakże powstają nowe zagrożenia, które są bardziej zróżnicowane, mniej zauważalne i przewidywalne.

Analizy oficjalnych dokumentów, w których zawarte są oceny współczesnych i prognozy przyszłych zagrożeń oraz rozwoju sytuacji polityczno-militarnej w bliższej i dalszej przyszłości, wskazują, że do głównych zagrożeń należą⁸:

- terroryzm,
- proliferacja broni masowego rażenia,
- konflikty regionalne,
- upadek (rozkład) niektórych państw,
- zorganizowana przestępczość,
- inne (np. cyberterroryzm).

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 społeczeństw⁹. Obecnie, w sytuacji szerokiego frontu walki z terroryzmem na całym świecie, a szczególnie w wyniku prowadzenia operacji stabilizacyjnej w Iraku i Afganistanie, 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 i tworzenia ciągłego zagrożenia. Najszer-

⁶ Tamże.

⁷ Takie oceny były wielokrotnie przytaczane przez uczestników międzynarodowej konferencji nt. „Współczesne i przyszłe zagrożenia bezpieczeństwa a rozwój sił zbrojnych”, która odbyła się w AON w dniach 10–11 kwietnia 2008 roku. Materiały pokonferencyjne, „Zeszyty Naukowe AON”, Dodatek specjalny, Warszawa 2008.

⁸ *Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2003, s. 2; *Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2007, s. 6–10, 14–15; W. Czarniecki, S. Czmur, *Przyszłość sił zbrojnych RP...*, wyd. cyt., s. 1.

⁹ *Prague Summit Declaration*, dostępne z: <http://www.nato.int/docu/pr/2002/p02-127e.html>.

sza obecnie fala terroryzmu ma globalny wymiar i jest w znacznym stopniu powiązana z okrutnym ekstremizmem religijnym.

Europa jest zarówno celem, jak i bazą dla terrorystów. Bazy logistyczne Al-Kaidy wykryto 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 się spodziewać wszędzie.

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, przewiduje się, że skutki takich ataków mogą mieć wymiar światowy. Na przykład zamach na systemy sterowania energetyką lub system zarządzania finansami może spowodować kryzys ekonomiczny nawet o zasięgu światowym.

Współcześnie ocenia się, że zagrożeniem dla poszczególnych państw, całych regionów, a także – w szczególnych okolicznościach – całego układu globalnego stała się niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia oraz środków jej przenoszenia. Wynika to z tego, że zaawansowanie w badaniach nad bronią biologiczną w niektórych państwach oraz możliwości stworzenia takiej broni, a także możliwości zakupu w niektórych regionach broni chemicznej, materiałów rozszczepialnych, czy nawet broni jądrowej (np. walizkowych min jądrowych) mogą być dla terrorystów prostą drogą do zadania ogromnych strat i uzyskania rozgłosu, o który im właśnie chodzi. Poza tym w wielu państwach niedemokratycznych prowadzone są badania zmierzające do opracowania technologii produkcji broni masowego rażenia oraz środków jej przenoszenia. Państwom o systemach autorytarnych jej posiadanie otwiera możliwości wywierania nacisku i tworzenia zagrożenia w odległych regionach. Korea Północna, Iran czy Pakistan, prowadząc prace na tych rodzajach broni, tworzą zagrożenie dla Europy czy najbardziej rozwiniętych państw Azji. Sytuacja ta wymaga i wymagać będzie stosowania nie tylko środków oddziaływania politycznego, ale przede wszystkim przedsięwzięć związanych z odstraszaniem i naciskiem militarnym.

Dzisiaj już nie ulega wątpliwości, że regionalne konflikty mogą wywierać wpływ na sytuację w całym świecie. Regionalne konflikty, takie jak w Kaszmirze, na Półwyspie Koreańskim, czy też konflikt izraelsko-palestyński, mogą powstać na bazie ekstremizmu, terroryzmu lub upadku (rozkładu) państw. Podłożem tych konfliktów mogą być problemy religijne, walka o władzę, tradycyjne antagonizmy etniczne lub terytorialne. Zażegnanie tego typu konfliktów środkami politycznymi bywa trudne i wymaga często zaangażowania sił zbrojnych do wymuszenia postanowień rezolucji społeczności międzynarodowej (np. Rady Bezpieczeństwa ONZ)¹⁰.

Innym zagrożeniem, które występuje obecnie i będzie występować w przyszłości, są uwarunkowania związane z pewną grupą 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

¹⁰ *Strategia wojskowa Rzeczypospolitej Polskiej*, MON, Warszawa 2004, s. 6.

rządami talibów są przykładem państw, w których doszło do upadku instytucji państwowych.

Europa jest i prawdopodobnie będzie bezpośrednim celem dla zorganizowanej przestępczości. Lecz to zagrożenie jest i będzie charakterystyczne w mniejszym lub większym zakresie dla wszystkich kontynentów. Obejmuje ono przemyt narkotyków, broni i innych środków dla różnorodnych form aktywności przestępczej, a także handel ludźmi i przerzut nielegalnych imigrantów. Działalność taka zawsze jest związana z łamaniem prawa, a walka z nią wymaga zaangażowania wszystkich 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 oddziałują globalnie.

Reasumując 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.

Obecnie żaden region świata nie jest wolny od zagrożeń terrorystycznych. Aktywność terrorystów na Bliskim Wschodzie, w środkowej czy południowo-wschodniej Azji może 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 oraz innych służb i instytucji.

Regionalne konflikty powodują, że niezbędne są polityczne rozwiązania, czasami ekonomiczne naciski, a użycie sił zbrojnych i sił policji może być ostatecznością. W państwach w stanie rozkładu instrumenty (siły) militarne mogą być użyte do zaprowadzenia porządku i do działań humanitarnych.

Jak podkreśla się w europejskiej strategii bezpieczeństwa „A Secure Europe in a Better World. European Security Strategy”¹¹, powoduje to, w odniesieniu do państw demokratycznych, potrzebę zwiększenia aktywności, współpracy i zdolności do przeciwdziałania tym zagrożeniom.

¹¹ *A Secure Europe in a Better World...*, wyd. cyt., s. 9–10.

Zwiększenie aktywności 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 siły bardziej elastyczne i mobilne, 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 o charakterze militarnym.

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

Pojawienie się nowych zagrożeń militarnych i cywilizacyjnych spowodowało konieczność dostosowania założeń polityczno-militarnych NATO do nowych uwarunkowań. Po atakach terrorystycznych z 11 września 2001 roku nastąpiła konieczność wypracowania kolejnych kierunków zmian w koncepcji działania Sojuszu. Znalazło to też potwierdzenie podczas praskiego spotkania przywódców państw NATO oraz nowych kandydatów do Sojuszu w listopadzie 2002 roku czy w Stambule w 2004 roku. 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 oraz innych dokumentach podkreśla się, że chociaż zagrożenia zimnej wojny odeszły w przeszłość, 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. 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 zadania¹².

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 w najbliższych dziesięciole-

¹² *The Alliance's Strategic Concept Approved by the Heads of State and Government Participating in the Meeting of the North Atlantic Council, Washington D.C. 1999, s. 5.*

ciach gwarantem pokojowego porządku w Europie. Rozszerzenie Sojuszu w 2004 roku i przyjęcie kolejnych siedmiu państw poszerzyło obszar demokracji i obszar bezpieczeństwa w Europie. Jednakże NATO nie tylko strzeże bezpieczeństwa jego członków, ale wnosi i będzie wносиło znaczący wkład w zapewnienie pokoju i stabilności na całym świecie.

Sojusz Północnoatlantycki jest również gotowy 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 roku nie zmienia 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 odstraszenia lub do prowadzenia obrony na terytorium Sojuszu. Ale siły zbrojne NATO muszą też być przygotowane do zapobiegania konfliktom i prowadzenia operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5), w tym poza terytorium Sojuszu. Ocenia się, że prowadzenie operacji reagowania kryzysowego poza terytorium NATO będzie w przyszłości dużo bardziej prawdopodobne. Należy podkreślić, że w perspektywie najbliższych lat to właśnie udział w operacjach reagowania kryzysowego będzie często wymagał, oprócz zabiegów dyplomatycznych i nacisków politycznych, również projekcji lub użycia sił militarnych. Zgodnie z odpowiednimi dokumentami normatywnymi i standardyzacyjnymi Sojuszu, zarówno obecnie, jak i w perspektywie najbliższych dwudziestu lat siły zbrojne NATO, w tym wydzielone z sił zbrojnych kontyngenty, mogą wziąć udział w szerokim spektrum operacji militarnych w ramach art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego, jak i w operacjach reagowania kryzysowego poza art. 5. Zgodnie z art. 5 mogą być prowadzone operacje w ramach obrony kolektywnej lub w ramach odstraszenia militarnego. Natomiast w ramach operacji reagowania kryzysowego (poza art. 5) będą prowadzone¹³:

1. Operacje wsparcia pokoju, obejmujące:
 - operacje zapobiegania konfliktom,
 - operacje tworzenia pokoju,
 - operacje utrzymania pokoju,
 - operacje wymuszania pokoju,
 - operacje budowania pokoju,
 - operacje humanitarne.
2. Inne operacje reagowania kryzysowego, do których zalicza się:
 - operacje pomocy wojskowej, mającej na celu wsparcie władz cywilnych,
 - operacje związane z likwidacją skutków klęsk żywiołowych i katastrof,
 - operacje ewakuacji osób niewalczących,

¹³ AJP-3.4 Non Article 5 Crisis Response Operations, NSA, Brussels 2004, s. 3-3-4-5.

- operacje poszukiwania i ratownictwa,
- operacje wycofania,
- operacje wymuszania sankcji i embarga.

Podstawowym obszarem użycia sił zbrojnych w przyszłości będą operacje pokojowe, określane w doktrynie NATO jako operacje wsparcia pokoju. Można z dużą pewnością założyć, że operacje pokojowe będą realizowane jako wsparcie działań międzynarodowych organizacji bezpieczeństwa, w tym przede wszystkim ONZ czy OBWE, i że będą ukierunkowane na zapobieganie konfliktom, ich wygaszanie oraz tworzenie stabilnej sytuacji międzynarodowej.

W horyzoncie czasowym do 2025 roku właściwości użycia sił zbrojnych w operacjach pokojowych uzależnione będą od tego, jakie będą rodzaje przeciwdziałania antykrzysowego¹⁴, podejmowane przez społeczność międzynarodową. Wysiłki te będą mogły przybierać formę takich działań, jak: zapobieganie konfliktom, tworzenie pokoju, utrzymanie pokoju, wymuszanie pokoju, budowanie pokoju oraz operacje humanitarne stanowiące integralną część operacji pokojowych.

Zapobieganie konfliktom będzie polegało na podejmowaniu zabiegów politycznych, dyplomatycznych czy ekonomicznych zmierzających do rozwiązania sytuacji kryzysowych. Do działań tych można też zaliczyć użycie wydzielonych komponentów sił zbrojnych do projekcji siły celem zademonstrowania determinacji oraz groźby użycia dysponowanego potencjału. Siły powietrzne będą szczególnie predestynowane do takich działań.

Ze studiów literatury przedmiotu wynika, że zakres wykorzystania sił zbrojnych do tworzenia pokoju pozostanie ograniczony do pośredniego wsparcia wysiłków dyplomatycznych podejmowanych dla osiągnięcia rozejmu i podjęcia rozmów pokojowych przez strony konfliktu. Zakłada się, że siły zbrojne będą wspierały powyższe działania, wydzielając personel wojskowy do planowania wojskowych aspektów przerwania konfliktów i pomocy w mediacjach. Zgrupowania militarne będą również wykorzystane do izolowania rejonu konfliktu, wymuszania sankcji w stosunku do jego stron oraz wzmocnienia presji dyplomatycznej dla jak najszybszego przerwania konfliktu.

Analiza literatury przedmiotu wskazuje, że w operacjach utrzymania pokoju wymagających zgody stron konfliktu na określone działania użycie sił zbrojnych będzie możliwe po zakończeniu konfliktu i osiągnięciu porozumienia przez jego strony. Użycie siły w stosunku do stron konfliktu będzie ograniczać się niemal wyłącznie do samoobrony, a utrata przyzwolenia jednej ze stron na utrzymanie pokoju będzie powodowała konieczność przerwania operacji¹⁵. Mankamentem takich działań jest to, że siły zbrojne będą mogły być użyte dopiero po osiągnięciu przez strony konfliktu porozumienia, a zatem dopiero w fazie wygaszania sytuacji kryzysowej. Powyższe ograniczenia operacyjne wskazują, że w perspektywie najbliższych kilkunastu lat siły zbrojne będą wykorzystywane w coraz mniejszym stopniu

¹⁴ J. Karpowicz, *Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju*, WSOSP, Dęblin 2001, s. 28.

¹⁵ Tamże, s. 42–49.

w operacjach utrzymania pokoju, gdyż operacje takie nie będą w pełni skutecznym sposobem rozwiązywania sytuacji kryzysowych.

Siły zbrojne mogą być też wykorzystywane w działaniach o charakterze prewencyjnym lub interwencyjnym, czyli w operacjach wymuszania pokoju¹⁶. Ponieważ działania militarne w ramach operacji wymuszania pokoju będą miały na celu utrzymanie bądź przywrócenie pokoju oraz podporządkowanie się stron konfliktu warunkom określonym przez społeczność międzynarodową w mandacie organizacji bezpieczeństwa międzynarodowego, zadaniem sił zbrojnych może być użycie siły dla osiągnięcia powyższego celu.

Z treści obecnych założeń użycia sił zbrojnych NATO do rozwiązywania sytuacji kryzysowych wynika, że użycie wydzielonych komponentów tych sił w operacjach budowania pokoju stanowić będzie część kompleksowych działań podejmowanych dla utrwalenia przywróconego pokoju poprzez stworzenie warunków do stabilnego funkcjonowania państw i społeczeństw w wymiarze politycznym, ekonomicznym i społecznym. Na podstawie ocen sformułowanych przez wielu specjalistów w zakresie operacyjnego użycia komponentów sił zbrojnych należy przewidywać szersze niż do tej pory ich użycie w zapobieganiu konfliktom, poprzez prewencyjne przemieszczenie do rejonu kryzysów oraz stworzenie wiarygodnego potencjału odstraszenia militarnego wykorzystywanego dla wzmocnienia skuteczności wysiłków dyplomatycznych, których celem jest zapobieganie konfliktom¹⁷.

Sytuacje kryzysowe, stanowiące zagrożenie dla pokoju i bezpieczeństwa międzynarodowego, wymagające użycia sił zbrojnych w ramach operacji pokojowych, również w przyszłości powodować będą konieczność niesienia pomocy humanitarnej. Na podstawie wyników badań prezentowanych na łamach fachowych periodyków wojskowych można stwierdzić, że w tego rodzaju operacjach wydzielone jednostki sił zbrojnych, w tym lotnictwo, będą – ze względu na realne zagrożenie militarne – jedynymi wykonawcami pomocy humanitarnej w zakresie niesienia pomocy materialnej w obszarze operacji pokojowych.

W perspektywie najbliższych kilkunastu lat operacje pokojowe będą z całą pewnością nadal stanowić podstawowy obszar użycia sił zbrojnych w rozwiązywaniu sytuacji kryzysowych zagrażających pokojowi i bezpieczeństwu międzynarodowemu¹⁸. Należy jednak przewidywać, że będą się zmieniać formy operacji pokojowych oraz zakres i charakter użycia w nich sił zbrojnych. W świetle dotychczasowych doświadczeń ONZ, NATO i UE można zauważyć stopniowe zacieranie się w praktyce użycia sił zbrojnych w operacjach pokojowych sztywnych ograniczeń wynikających z mandatu utrzymania lub wymuszania pokoju.

¹⁶ J. Bartoszcze, Z. Kowalski, *Konflikty ograniczone*, „Myśl Wojskowa” 2005, nr 2, s. 93; M. Kozub, *Użycie lotnictwa sił powietrznych w rozwiązywaniu problemów bezpieczeństwa na początku XXI wieku*, cz. II, „Myśl Wojskowa” 2004, nr 5, s. 55–59.

¹⁷ J. Karpowicz, E. Cieślak, *Istota operacji pokojowych i ich wsparcie przez lotnictwo sił powietrznych*, WSOSP, Dęblin 1999, s. 2–3.

¹⁸ E. Cieślak, *Perspektywiczne implikacje operacyjne użycia lotnictwa wojskowego na początku XXI wieku*, materiały pokonferencyjne, „Zeszyty Naukowe AON”, Warszawa 2005, s. 85–86.

W polityce międzynarodowej oraz w doktrynalnych założeniach operacyjnego użycia sił zbrojnych krystalizuje się koncepcja interwencji humanitarnych, podejmowanych w duchu karty Narodów Zjednoczonych, ale bez konieczności długotrwałych wysiłków dyplomatycznych dla uzyskania rezolucji Rady Bezpieczeństwa ONZ i mandatu społeczności międzynarodowej. Użycie sił zbrojnych do interwencji humanitarnych oceniane jest jako sposób umożliwiający społeczności międzynarodowej ingerowanie w konflikty wewnątrzpaństwowe dla niesienia pomocy społeczeństwom cierpiącym z powodu wojen domowych, czystek etnicznych bądź skutków rozkładu instytucji państwowych, podejmowane odpowiednio wcześniej, aby móc zapobiec eskalacji sytuacji kryzysowych i ich negatywnym skutkom.

Użycie sił zbrojnych do rozwiązywania kryzysów, innych niż zagrażające pokojowi i bezpieczeństwu międzynarodowemu, będzie obejmowało szeroki zakres działań podejmowanych dla wsparcia prowadzenia operacji pomocy humanitarnej, niesienia pomocy ofiarom klęsk żywiołowych i katastrof przemysłowych, a także likwidacji ich skutków oraz zabezpieczenia funkcjonowania systemów poszukiwania i ratownictwa. Wydzielone komponenty sił zbrojnych mogą też być wykorzystywane w operacjach ewakuacji osób cywilnych – obywateli własnego państwa z terytorium obcych państw, gdzie grozi im niebezpieczeństwo. Przewiduje się, że ze względu na rosnące zaangażowanie NATO w operacjach stabilizacyjnych i wsparciu wysiłków rekonstrukcyjnych po zakończeniu konfliktów zbrojnych, rozszerzać się będzie zakres pomocy władzom cywilnym przez siły wojskowe w sytuacjach, gdy nie są one w stanie realizować swoich podstawowych funkcji.

Wydzielone jednostki sił zbrojnych będą uczestniczyć też we wsparciu operacji humanitarnych w sytuacji klęsk żywiołowych o dużej skali. Działania takie mogą obejmować realizację szerokiego spektrum zadań przez siły zbrojne działające samodzielnie lub we współpracy z wyspecjalizowanymi agendami i organizacjami pomocy humanitarnej. W przyszłości siły wojskowe będą wykorzystywane w tego rodzaju operacjach do niesienia pomocy uchodźcom i osobom wysiedlonym oraz będą brać bezpośredni udział w organizowaniu i realizacji pomocy humanitarnej¹⁹. Pomoc uchodźcom i osobom wysiedlonym może być realizowana poprzez zabezpieczenie transportu, zapewnienie pomocy medycznej, dostarczanie żywności i zaopatrzenia oraz zapewnienie uchodźcom i osobom wysiedlonym bezpieczeństwa na określonych, chronionych przez wojsko obszarach.

Jako jeden z możliwych scenariuszy użycia wydzielonych jednostek sił zbrojnych w przyszłych operacjach można przyjąć prowadzenie samodzielnych operacji humanitarnych, które może być wynikiem wystąpienia sytuacji kryzysowych spowodowanych konfliktem bądź klęskami żywiołowymi albo katastrofami przemysłowymi. Zazwyczaj działania takie będą poprzedzały zaangażowanie wyspecjalizowanych organizacji humanitarnych, a w niektórych przypadkach uzupełniały je bądź zastępowały na określonych obszarach operacji, tam gdzie organizacje cywilne nie będą mogły realizować swoich zadań. W przyszłości, w początkowym okresie niesienia pomocy humanitarnej jednostki wojskowe mogą być wykorzysty-

¹⁹ *AJP-3.4 Non Article 5 Crisis Response Operations*, wyd. cyt., s. 4-1.

wane między innymi do dystrybucji zaopatrzenia, dostarczania szczególnie ważnych środków materiałowych do rejonów niesienia pomocy humanitarnej.

Ocenia się, że ze względu na jednoczesne występowanie sytuacji kryzysowych o charakterze humanitarnym z konfliktami wewnętrznymi (etnicznymi, religijnymi) konieczne będzie użycie określonych komponentów sił zbrojnych do ochrony konwojów z pomocą humanitarną, składów, wyposażenia oraz pracowników organizacji humanitarnych.

Siły zbrojne będą musiały spełnić określone wymagania, aby móc przeciwstawić się przyszłym zagrożeniom bezpieczeństwa. Zasadniczą rolą sił zbrojnych Sojuszu (a także Sił Zbrojnych RP, jako immanentnej części sił zbrojnych NATO) jest i będzie obrona pokoju, zagwarantowanie terytorialnej i politycznej niepodległości oraz bezpieczeństwa państw członkowskich. 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 NATO²⁰.

Siły zbrojne Sojuszu, uczestnicząc 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 przyszłe operacje reagowania, kryzysowego (spoza art. 5) mogą się okazać równie trudne jak operacje 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 komponentów 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 w przyszłości 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 któremukolwiek z jego członków. To oznacza, że muszą być interoperacyjne, czyli zdolne do wspólnego działania w ugrupowaniach międzynarodowych, oraz muszą posiadać odpowiednie doktryny i technologie. Muszą również utrzymywać wymagany poziom gotowości i zdolności

²⁰ *Strategia wojskowa RP*, wyd. cyt., s. 11.

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 nienależące do Sojuszu.

Istotne dla sił zbrojnych sojuszników jest i będzie 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 różnych wariantów ich rozmieszczenia i użycia.

Sojusz dąży i będzie dążył 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 może być zachowana ciągłość działań oraz wzmocnienie sił w obszarze szczególnego zagrożenia. Siły Sojuszu powinny być zorganizowane w taki sposób, aby odzwierciedlać ich międzynarodowy charakter i gotowość do działań połączonych.

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.

Na kierunki rozwoju sił zbrojnych bezpośredni wpływ mają nowe koncepcje prowadzenia działań militarnych (walki). W latach 90. ubiegłego stulecia w Stanach Zjednoczonych rozpoczęto prace nad nową koncepcją takich działań, nazywaną „Network Centric Warfare”. W polskiej literaturze stosowane są określenia: „wojna sieciowa”²¹, „walka sieciowa”²² lub „walka sieciocentryczna”²³. Najczęściej stosowanym w polskiej literaturze fachowej określeniem jest „walka sieciocentryczna”, które w pełni oddaje istotę angielskiej nazwy koncepcji.

Jako pierwsi walkę sieciocentryczną zdefiniowali: J. Garstka, D. Alberts oraz F. Stein. Są oni jednymi z prekursorów tej koncepcji. Zgodnie z ustaloną przez nich definicją: *Walka sieciocentryczna to zachowania ludzkie i organizacyjne. Bazuje ona na nowym sposobie myślenia – myśleniu sieciocentrycznym – i na zaadapto-*

²¹ R. Szpakowicz, *Wojna w Iraku a koncepcja wojny sieciocentrycznej*, „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej” 2003, nr 11, s. 10.

²² Tamże.

²³ L. Konopka, *Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości*, „Myśl Wojskowa” 2004, nr 2, s. 74.

waniu go do operacji militarnych. Skupia się na sile, która może być wygenerowana poprzez efektywne połączenie (sieciowanie) elementów ugrupowania bojowego. Charakteryzuje ją zdolność rozproszonych geograficznie sił (elementów ugrupowania) do wykreowania jednolitej sytuacji taktycznej, której poznanie może być wykorzystane poprzez samosynchronizowanie i inne działania sieciocentryczne, aby zrealizować zamiar dowódcy. Walka sieciocentryczna przyczynia się do zwiększenia tempa dowodzenia oraz konwersji przewagi informacyjnej na przewagę w działaniach bojowych. Walka sieciocentryczna nie zależy od rodzaju misji, wielkości sił i uwarunkowań geograficznych. Dodatkowo walka sieciocentryczna spaja taktyczny, operacyjny i strategiczny poziom działań bojowych. Uogólniając, walka sieciocentryczna to nie tylko technologia, ale w szerokim rozumieniu – odpowiedź sił zbrojnych na wyzwania ery informacyjnej²⁴.

Zespół Albertsa, Garstki i Steina podkreśla, że koncepcja walki epoki informacyjnej niesie nową jakość, szczególnie w odniesieniu do środowiska, w którym będzie prowadzona. Rosnące znaczenie operacji reagowania kryzysowego, postęp związany z wprowadzaniem nowych technologii oraz asymetria w działaniach militarnych doprowadziły, według autorów koncepcji, do konieczności odchodzenia od używania określenia „pole walki” na rzecz określania środowiska walki sieciocentrycznej jako „przestrzeni realizacji zadań”. W takiej przestrzeni nie będzie wyraźnej granicy oddzielającej walczących żołnierzy od ludności cywilnej. Zatem walka sieciocentryczna będzie elementem szerzej definiowanej walki informacyjnej.

Z kolei R. Szpakowicz postrzega walkę sieciocentryczną nieco bardziej wąsko, przyjmując, że: *jest ona definiowana jako opierająca się na przewadze informacyjnej koncepcja prowadzenia operacji, według której wzrost siły bojowej jest generowany poprzez połączenie w sieć informacyjną sensorów, decydentów i systemów walki w celu osiągnięcia wspólnej świadomości, zwiększenia szybkości dowodzenia oraz tempa operacji, zwiększenia skuteczności uzbrojenia, wzrostu odporności na uderzenia przeciwnika oraz zwiększenia stopnia synchronizacji działań. Walka sieciocentryczna przekłada zatem przewagę informacyjną na zdolności bojowe poprzez efektywne łączenie na polu walki różnego typu jednostek organizacyjnych i wykorzystanie ich wiedzy*²⁵.

Według założeń specjalistów amerykańskich walka sieciocentryczna jest sposobem prowadzenia działań, w ramach którego siły zbrojne, spięte siecią informacyjną, wykorzystują przewagę informacyjną oraz pełną świadomość sytuacji (na poziomie strategicznym, operacyjnym i taktycznym) w celu prowadzenia szybkich oraz skutecznych działań. Zapewni to pokonanie przeciwnika przy możliwie najmniejszych stratach własnych i efektywnym, a zarazem ekonomicznym wykorzystaniu sił własnych.

Walka sieciocentryczna znajduje też coraz bardziej eksponowane miejsce w założeniach doktrynalnych Sojuszu Północnoatlantyckiego. Dlatego przyjęto, że

²⁴ D. Alberts, J. Garstka, F. Stein, *Network Centric Warfare*, DoD C4ISR Cooperative Research Program, Washington D.C. 2000, s. 88 (tłumaczenie S.Z.).

²⁵ R. Szpakowicz, *Wojna w Iraku a koncepcja...*, wyd. cyt., s. 8.

jednym z głównych celów transformacji Sojuszu powinno być zapewnienie sojusznikom siłom zbrojnym zdolności do uzyskania przewagi informacyjnej, która wraz ze zdolnościami osiąganymi przez stosowanie przez Sojusz rozwiązań sieciowych stworzą bazę zapewniającą osiągnięcie przewagi decyzyjnej. Przy tym przewagę decyzyjną określa się w założeniach doktrynalnych Sojuszu, jako taki stan, w którym dowódcy poszczególnych szczebli dowodzenia:

- osiągną możliwość zrozumienia sytuacji,
- będą potrafili ocenić warianty działania przeciwnika,
- będą podejmować optymalne decyzje oraz rozpoczynać ich realizację znacznie szybciej i w sposób bardziej skuteczny niż przeciwnik.

Założenia koncepcji walki sieciocentrycznej są w Sojuszu rozwijane w różnych obszarach, np. takich jak: założenia doktrynalne, organizacja sił zbrojnych, szkolenie wojsk, środki walki i środki wsparcia działań, przywództwo, zarządzanie zasobami osobowymi, infrastruktura i osiągnięcie zdolności różnych sił do wspólnego działania we wspólnej przestrzeni walki sieciocentrycznej.

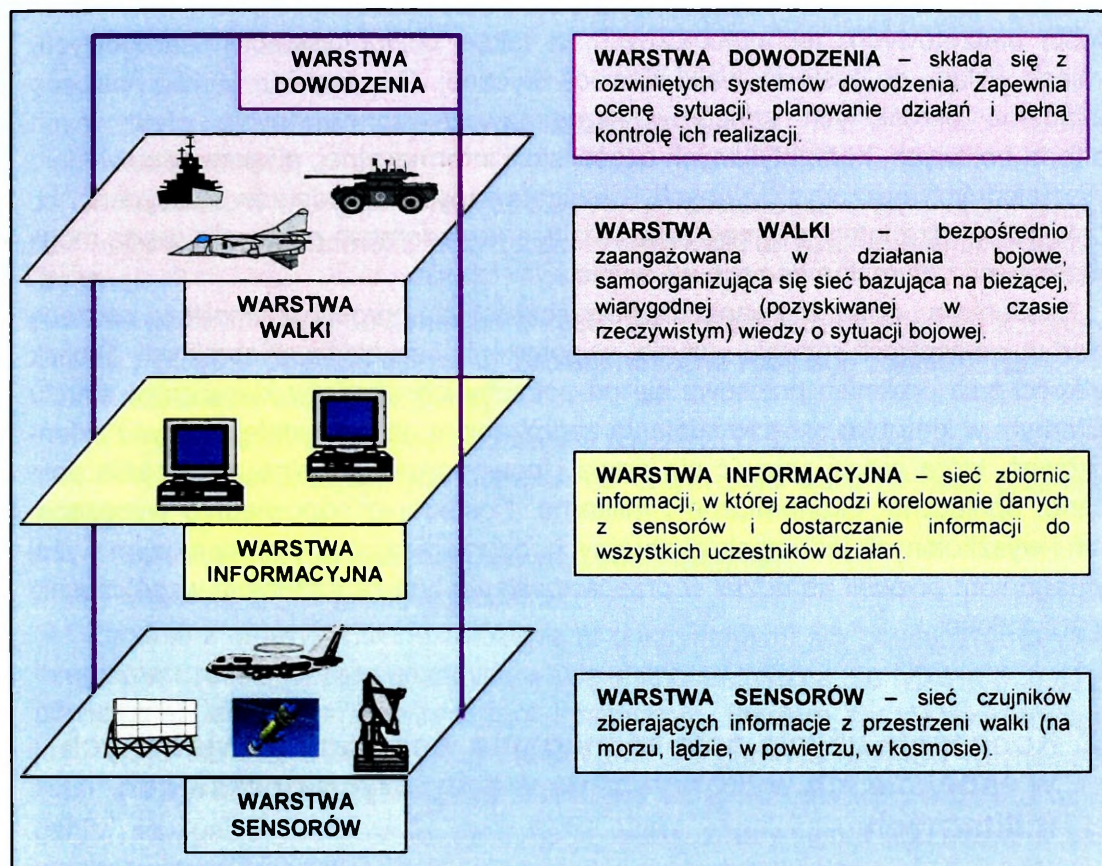
Celem implementacji założeń walki sieciocentrycznej będzie stworzenie środowiska, w ramach którego sensory zbierające informację, decydenci oraz siły wydzielane dla wywierania efektu będą zintegrowane w ramach jednej, wspólnej supersieci, co zapewni możliwość znajdowania i otrzymywania danych oraz informacji z jakiegokolwiek, dowolnego, „wpiętego” w sieć źródła w formacie oraz w czasie dostosowanym do potrzeb odbiorcy.

Badania dowodzą, że zgodnie z teorią walki sieciocentrycznej rozwijaną w Sojuszu zakłada się, iż równoległa implementacja założeń osiągania przewagi informacyjnej i innych, wskazanych wyżej wymagań umożliwi przekształcenie sił zbrojnych NATO w siły w pełni usieciowione. Zapewni to siłom sojusznikom możliwość dostępu do wspólnej informacji i możliwość współdziałania w wirtualnej przestrzeni walki sieciocentrycznej. Umożliwi to również podejmowanie optymalnych decyzji na poszczególnych szczeblach dowodzenia oraz zapewni poprawę elastyczności, precyzji i spójności operacji prowadzonych w całej przestrzeni działania. Synergicznym rezultatem działania będzie zwiększenie dostępnego potencjału bojowego i skuteczności użycia wojsk.

W krajowej literaturze przedmiotu badań przedstawia się strukturę sieciocentrycznego pola walki z podziałem na warstwy (rys. 1). W strukturze tej wyróżnia się warstwy: dowodzenia, walki, informacyjną i sensorów.

W opracowaniu „Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości”²⁶ wskazuje się, że warstwa dowodzenia obejmuje tę część składową sieciocentrycznego pola walki, w której właściwie wyszkolony personel, wykorzystując możliwości rozwiniętych systemów dowodzenia, ocenia sytuację, analizuje otrzymane zadania, planuje ich wykonanie oraz bezpośrednio zarządza walką. Warstwa dowodzenia zapewnia utrzymanie pełnej kontroli podczas prowadzenia działań na sieciocentrycznym polu walki.

²⁶ L. Konopka, *Walka sieciocentryczna...*, wyd. cyt., s. 77.



Rys. 1. Struktura sieciocentrycznego pola walki

Z kolei warstwa walki, czyli warstwa bezpośredniego zaangażowania, jest definiowana jako sieć samoorganizujących się elementów ugrupowania bojowego (czyli platform uderzeniowych, ich załóg, elementów logistycznych itd.), które bazują na wiarygodnej, bieżącej oraz pozyskiwanej w czasie bieżącym wiedzy oraz informacji o sytuacji bojowej.

Zakłada się, że w warstwie informacyjnej walki sieciocentrycznej dokonywane jest korelowanie danych otrzymywanych z sensorów oraz zapewnione jest dostarczenie informacji do systemów walki biorących udział w walce wszystkich szczebli (w ramach uprawnień poszczególnych użytkowników). Przyjmuje się, że warstwa sensorów będzie się składała z różnorodnych czujników (środki kosmiczne, pilotowe i bezpilotowe aparaty latające, środki rozpoznania elektronicznego, czujniki ruchu, stacje radiolokacyjne itd.). Zadaniem tych czujników będzie zbieranie i dostarczanie informacji o sytuacji lądowej, morskiej, powietrzno-kosmicznej, a także o sytuacji w przestrzeni elektromagnetycznej.

Powyższe teoretyczne założenia walki sieciocentrycznej zostały w podstawowym zakresie sprawdzone przez siły zbrojne USA między innymi w trakcie operacji „Iraqi Freedom” w 2003 roku. Należy przewidywać, że w ciągu około dwudziestu lat powinny być zastosowane w pełnym zakresie. Oznaczać to będzie potrzebę przygotowania i wniesienia przez poszczególne państwa NATO, na miarę swoich moż-

liwości budżetowych, technologicznych, a także poziomu ambicji narodowych, swojego wkładu do systemu walki sieciocentrycznej. Oznaczać to będzie potrzebę posiadania określonych sensorów rozpoznawczo-informacyjnych, efektywnych platform bojowych, kompatybilnych części sieci informacyjnej, a także odpowiednio wykształconych oraz wyszkolonych i przygotowanych decydentów. Decydenci ci, dzięki przewadze informacyjnej, zapewniającej świadomość pola walki, będą mogli podejmować optymalne decyzje we właściwym czasie.

Reasumując, nowe wyzwania dla bezpieczeństwa i obronności implikują potrzebę zmian w koncepcjach rozwoju i użycia, wyposażeniu i szkoleniu sił zbrojnych. Środek ciężkości tych przemian przesuwają się od potrzeby ich użycia w klasycznym starciu militarnym w kierunku przeciwdziałania zagrożeniom, które trudniej wykryć i zidentyfikować, które mogą pojawić się nagle i powodować globalne zagrożenia polityczne, społeczne, ekonomiczne i militarne. Posiadanie odpowiednio wyposażonych i wyszkolonych jednostek sił zbrojnych, odpowiadających wymienionym wyżej wymaganiom pozwoli na udział w przeciwdziałaniu tym zagrożeniom współcześnie i w przyszłości.

1.2. Koncepcja użycia oraz wymagania wobec sił powietrznych w aspekcie ich wykorzystania w przyszłych operacjach militarnych

Udział w przyszłych operacjach militarnych, z powodu ich złożonego charakteru, będzie stawiał przed siłami je prowadzącymi wiele wymagań. Dlatego też, aby można było skutecznie działać na sieciocentrycznym polu walki w szerokim spektrum operacji (od operacji antyterrorystycznych, poprzez operacje pokojowe, do klasycznych konfliktów zbrojnych), komponent sił zbrojnych (w tym komponent sił powietrznych) będzie musiał charakteryzować się następującymi cechami²⁷:

- mobilnością,
- zdolnością do działań połączonych,
- zdolnością do działań ekspedycyjnych,
- zdolnością do działań długotrwałych,
- przewagą technologiczną,
- międzynarodowym zintegrowanym wsparciem logistycznym,
- zdolnością do działań w środowisku sieciocentrycznym.

Rola sił powietrznych w przyszłych operacjach militarnych będzie znacząca lub nawet dominująca. Siły powietrzne będą znaczącym komponentem sił biorących udział w operacjach ze względu na swoje wyjątkowe właściwości i posiadane możliwości. W amerykańskiej doktrynie sił powietrznych²⁸ wymienia się następujące cechy sił powietrznych, które określają ich rolę w operacjach:

²⁷ *Strategic Vision: The Military Challenge By NATO's Strategic Commanders*, August, Washington D.C. 2004, s. 9.

²⁸ *Global Engagement – A Vision for the 21st Century Air Force*, dostępne z: <http://www.ltdic.il/jointvision>.

- globalny zasięg,
- prędkość działania,
- precyzja działania i wysoka skuteczność,
- elastyczność,
- trudność w wykryciu w powietrzu poprzez zastosowanie technologii „stealth”,
- globalna świadomość pola (przestrzeni) walki w systemie walki sieciocentrycznej.

We wspomnianym dokumencie określa się siły powietrzne jako ten komponent sił, który może prowadzić działania sieciocentryczne i posiada zdolność do:

- mobilności w skali globalnej,
- wywalczenia i utrzymania przewagi w powietrzu oraz w przestrzeni kosmicznej,
- wykonania precyzyjnych uderzeń na całym polu walki (w całej przestrzeni walki),
- wywalczenia i utrzymania przewagi informacyjnej,
- wsparcia działań w skali globalnej.

Zgodnie z amerykańskimi założeniami doktrynalnymi siły powietrzne są i będą integralną częścią sił prowadzących walkę sieciocentryczną nie tylko w przestrzeni powietrznej, ale także w przestrzeni kosmicznej, bowiem na sieciocentrycznym polu walki wzrasta znaczenie tej przestrzeni. Za pomocą środków rozmieszczonych w kosmosie prowadzone będzie rozpoznanie, obserwacja, wczesne ostrzeżenie, nawigacja, kierowanie systemami walki, zapewnienie łączności, a także monitorowanie przestrzeni walki. Jedynym komponentem sił prowadzących walkę sieciocentryczną, który będzie posiadał zdolność do wykorzystania przestrzeni kosmicznej, jest komponent powietrzny.

Z analizy amerykańskich założeń doktrynalnych wynika też, że komponent lotniczy jest istotnym, a nawet kluczowym elementem sił uczestniczących w walce sieciocentrycznej. Analiza doktrynalnych materiałów źródłowych wskazuje, że:

- komponent powietrzny w znaczącym stopniu uczestniczy w uzyskaniu świadomości przestrzeni walki oraz przewagi informacyjnej – poprzez zdobycie danych za pomocą takich sensorów, jak np.: U-2, EP-3, Rivet Joint, systemy AWACS, MC2A, JSTARS, bezzałogowe statki powietrzne i systemy kosmiczne,
- stanowiska i środki dowodzenia (zarówno powietrzne, jak i kosmiczne) zapewniają dynamiczne oraz elastyczne dowodzenie tak sensorami, jak i platformami bojowymi, poprzez wykorzystanie świadomości przestrzeni walki i osiągniętej przewagi informacyjnej,
- załogowe i bezzałogowe lotnicze platformy bojowe dzięki swojej szybkości, zasięgowi, elastyczności i precyzji pozwalają razić wybrane obiekty w wymaganym czasie w dowolnym obszarze naszego globu.

Mimo iż koncepcja walki sieciocentrycznej jest teorią nowatorską, to istota zadań sił powietrznych w przyszłych operacjach militarnych, prowadzonych w systemie walki sieciocentrycznej, pozostanie taka sama bądź zostanie nieznacznie zmodyfikowana w stosunku do zadań we współczesnych, klasycznych konfliktach militarnych.

W czasie pokoju siły powietrzne przeznaczone są do ochrony przestrzeni powietrznej, w tym do przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym z powietrza typu „RENEGADE”, poprzez pełnienie dyżurów bojowych w ramach Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej NATO. Oprócz tego prowadzą działalność szkoleniową mającą na celu przygotowanie do udziału w realizacji różnych misji w czasie pokoju, kryzysu i wojny.

Do podstawowych zadań sił powietrznych w czasie pokoju należą:

- ochrona przestrzeni powietrznej w ramach Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej NATO poprzez pełnienie dyżurów bojowych Air Policing,
- przeciwdziałanie zagrożeniom terrorystycznym z powietrza typu „RENEGADE”, włącznie z użyciem uzbrojenia,
- prowadzenie rozpoznania powietrznego rejonów przygranicznych i morskich,
- prowadzenie działalności szkoleniowej.

W czasie kryzysu siły powietrzne przeznaczone są do kontroli przestrzeni powietrznej, demonstrowania groźby użycia siły, prowadzenia rozpoznania powietrznego, a także, w razie potrzeby, do zwalczania celów powietrznych, naziemnych i nawodnych w ramach narodowych, sojuszniczych lub koalicyjnych operacji reagowania kryzysowego.

Do zadań realizowanych przez siły powietrzne w operacjach reagowania kryzysowego należą:

- kontrola przestrzeni powietrznej,
- prowadzenie rozpoznania powietrznego,
- udział w demonstrowaniu obecności wojskowej i groźby użycia siły,
- wykonywanie uderzeń na wyselekcjonowane obiekty o charakterze strategicznym i operacyjnym,
- wsparcie lotnicze sił lądowych i morskich.

Kontrola przestrzeni powietrznej w operacjach reagowania kryzysowego jest jednym z podstawowych zadań, w którym uczestniczą siły powietrzne. Polega ona na ciągłym monitorowaniu przestrzeni powietrznej oraz użyciu samolotów do nadzorowania stref bez lotów lub do niszczenia statków powietrznych przeciwnika w celu stworzenia korzystnych i bezpiecznych warunków do prowadzenia operacji w wymiarze powietrzno-lądowo-morskim.

Użycie samolotów do prowadzenia rozpoznania powietrznego w operacjach reagowania kryzysowego polega na rozpoznaniu wzrokowo-obrazowym nakazanych rejonów lub stref celem stwierdzenia przestrzegania warunków ustalonych przez organizacje międzynarodowe, a także celem zdobycia informacji o obiektach wojskowych, ruchach wojsk, obiektach przemysłu wojskowego i infrastrukturze.

Użycie sił powietrznych do demonstrowania obecności wojskowej i groźby użycia siły jest szczególnie skuteczne ze względu na szybkość działania i wysoką efektywność oddziaływania. Głównym celem odstraszenia jest zniechęcenie zwąśnionych stron lub państw do rozpoczęcia lub kontynuowania akcji zbrojnych.

W sytuacji gdy demonstrowanie siły i odstraszenie militarne się nie powiedzie, wówczas podstawowym zadaniem sił powietrznych jest udział w zredukowaniu

(niszczeniu) potencjału militarnego przeciwstawnej strony (stron) konfliktu. Nad-
rzędnym celem w tej sytuacji jest uświadomienie stronom konfliktu, że nie mogą
osiągnąć swoich celów przy użyciu siły.

W czasie przyszłej wojny główne zadania sił powietrznych pozostaną podobne
do tych, które są obecnie zawarte w zapisach doktrynalnych Sojuszu Północno-
atlantyckiego²⁹. W przyszłych operacjach prowadzonych zgodnie z regułami walki
sieciocentrycznej siły powietrzne będą wykonywały cztery główne grupy zadań,
a mianowicie:

- walkę o przewagę w powietrzu,
- strategiczne działania powietrzne,
- działania powietrzne przeciwko siłom naziemnym i nawodnym (powierzch-
niowym),
- wspierające działania powietrzne.

Działania sił powietrznych w ramach walki o przewagę w powietrzu będą skie-
rowane przeciwko ofensywnym i defensywnym środkom powietrznym przeciwnika
w celu wywalczenia pożądanego stopnia tej przewagi. W walce o przewagę w po-
wietrzu szczególną rolę będzie odgrywało lotnictwo sił powietrznych, prowadzące
działania ofensywne, mające na celu obniżanie potencjału powietrznego przeciwnika.
Zakłada się, że ze względu na tankowanie samolotów bojowych w powietrzu
zasoby powietrzne przeciwnika będą niszczone na całą głębokość jego ugrupowa-
nia. Dzięki zastosowaniu rozwiązań sieciocentrycznego pola walki, poprzez posia-
danie przewagi informacyjnej, możliwe będzie precyzyjne określanie obiektów do
zwalczania przez samoloty uderzeniowe sił powietrznych. W dalszym ciągu pierw-
szoplanowymi obiektami uderzeń będą systemy broni sił powietrznych i innych
zasobów powietrznych, znajdujących się w wyposażeniu sił lądowych, morskich
czy specjalnych. Będą to przede wszystkim lotniska bazowania lotnictwa, w tym
samoloty, śmigłowce, bezzałogowe aparaty latające, drogi kołowania i drogi star-
towe, nawierzchnie postojowe i odtwarzania gotowości bojowej statków powietrz-
nych, elementy systemu dowodzenia i kontroli, magazyny uzbrojenia i paliw. Zwal-
czane też będą środki obrony powietrznej i przeciwlotniczej przeciwnika,
stanowiska dowodzenia, sensory powietrzne zdobywające informację z powietrza,
obiekty logistyczne i inne obiekty zabezpieczające funkcjonowanie zasobów po-
wietrznych przeciwnika. W perspektywie 2025 roku coraz większa część zadań
uderzeniowych w ramach walki o przewagę w powietrzu będzie wykonywana przez
bezzałogowe aparaty latające sił powietrznych.

Podczas działań defensywnych w ramach walki o przewagę lotnictwo sił powietrz-
nych oraz naziemne zestawy przeciwlotnicze będą głównym filarem podsystemu raże-
nia obrony powietrznej, który przeznaczony będzie do zwalczania środków napadu
powietrznego przeciwnika, w tym rakiet balistycznych i rakiet skrzydlatych. Badania
wskazują, że może zmienić się sposób wykorzystania sił powietrznych w obronie
powietrznej, ponieważ przy posiadaniu przewagi informacyjnej na sieciocentrycz-
nym polu walki możliwe będzie śledzenie nawet przygotowań środków napadu

²⁹ AJP-3.3 *Joint Air & Space Operations Doctrine*, wyd. cyt., s. 4-1.

powietrznego do startów. Można będzie zatem ograniczyć długotrwałe dyżurowanie samolotów załogowych w wersji myśliwskiej w powietrzu na kierunkach przewidywanych nalotów lotnictwa przeciwnika. Natomiast załogowe samoloty sił powietrznych, dyżurujące na ziemi, będą startowały natychmiast po wykryciu startów lotnictwa przeciwnika, a ze względu na pełny przegląd sytuacji dostępny z rozległej sieci informacyjnej będą mogły zwalczać cele powietrzne na maksymalnym zasięgu rakiet powietrze-powietrze, czyli na odległościach powyżej 100 km. Dzięki temu zapewniona zostanie ekonomiczność użycia lotnictwa sił powietrznych w obronie powietrznej, gdyż nie będzie szeroko stosowane długotrwałe dyżurowanie w powietrzu, oraz wysoka skuteczność osłony wojsk i obiektów. Coraz częściej w obronie powietrznej będą stosowane bezzałogowe aparaty latające w wersji myśliwskiej, sterowane z centrów kierowania przez operatorów. Do zwalczania obiektów powietrznych, w tym rakiet balistycznych, wykorzystywane będą również nowoczesne zestawy rakiet przeciwlotniczych ze składu sił powietrznych, o zwiększonych możliwościach w zakresie strefy i skuteczności rażenia.

Strategiczne działania powietrzne będą miały na celu zniszczenie obiektów, które są określane jako środki ciężkości i mają decydujące znaczenie dla przeciwnika z punktu widzenia prowadzenia przez niego działań militarnych. Obiektem oddziaływania będą obiekty, które mają decydujące znaczenie dla politycznych, moralnych, ekonomicznych czy militarnych możliwości prowadzenia działań militarnych. Celem działań w strategicznych działaniach powietrznych będzie wywarcie wpływu na wolę polityczną przeciwnika lub zneutralizowanie jego możliwości prowadzenia działań militarnych, osłabienie woli do prowadzenia walki. Do obiektów zwalczanych w ramach strategicznych działań powietrznych będą należały przywództwo polityczne i militarne, a w tym obiekty systemu kierowania państwem i siłami zbrojnymi, obiekty infrastruktury, takie jak: najważniejsze elektrownie, infrastruktura gazowa, rafinerie i rurociągi, infrastruktura telekomunikacyjna, kluczowe zakłady produkcyjne, w tym szczególnie zakłady produkcji militarnej, oraz zasoby militarne. Do wykonania uderzeń strategicznych, obok rakiet manewrujących i pocisków balistycznych, będą wykorzystywane przede wszystkim załogowe i bezzałogowe, uderzeniowe aparaty latające ze składu sił powietrznych, przenoszące lotnicze środki precyzyjnego rażenia. Charakterystyczne będzie wykonywanie pojedynczych, precyzyjnych uderzeń przy użyciu samolotów wykonanych w technologii stealth, zarówno na obiekty planowane jak i na wezwanie, z dyżurowania w powietrzu. Ze względu na wykorzystanie rozległej sieci informacyjnej możliwe będzie szybkie wyselekcjonowanie obiektów o charakterze strategicznym oraz podejmowanie racjonalnych decyzji o użyciu do ich zniszczenia załogowych i bezzałogowych, lotniczych aparatów latających ze składu sił powietrznych.

Użycie sił powietrznych do działań przeciwko naziemnym i nawodnym (podwodnym) siłom przeciwnika będzie miało na celu neutralizację, powstrzymanie lub niszczenie jego sił lądowych i morskich. Efektywność tych działań będzie bezpośrednio zależała od wywalczenia niezbędnego stopnia przewagi w powietrzu. W operacjach lądowych, w ramach działań przeciwko siłom lądowym przeciwnika,

lotnictwo sił powietrznych, obok osłony wojsk lądowych będzie realizowało dwa zasadnicze zadania – izolację lotniczą i bezpośrednie wsparcie lotnicze.

Bezpośrednie wsparcie lotnicze będzie obejmowało użycie załogowych, a także bezzałogowych aparatów latających ze składu sił powietrznych oraz wojsk lądowych do działań przeciwko siłom i środkom przeciwnika znajdującym się w bezpośredniej bliskości własnych wojsk lądowych. Działania w ramach bezpośredniego wsparcia lotniczego pozwolą na zwalczanie celów niedostępnych, które nie mogą być zniszczone środkami ogniowymi wspieranych wojsk, oraz na potęgowanie siły ognia poprzez wzajemne uzupełnianie się oddziaływania ogniowego naziemnych środków ogniowych i śmigłowców wojsk lądowych z działaniami załogowych i bezzałogowych aparatów latających sił powietrznych.

Działania lotnictwa sił powietrznych w ramach izolacji lotniczej będą obejmowały zwalczanie obiektów naziemnego potencjału sił lądowych przeciwnika w głębi jego obszaru (ugrupowania), czyli zwalczanie drugich rzutów i odwodów operacyjnych oraz sił i środków zaopatrzenia, przed ich dotarciem na pole walki. Działania lotnictwa sił powietrznych w ramach izolacji lotniczej będą miały na celu opóźnianie podejścia, rozwijania i przygotowania do działań sił przeciwnika do walki i będą prowadzone na odległościach niewymagających ścisłego współdziałania z innymi rodzajami wojsk lądowych w zakresie prowadzenia ognia i manewru. Szczególnie przydatne do wykonania uderzeń ogniowych w ramach izolacji lotniczej będą załogowe i bezzałogowe samoloty ze składu sił powietrznych.

W działaniach przeciwko siłom morskim przeciwnika siły powietrzne będą wspierać własne siły morskie poprzez osłonę sił nawodnych i podwodnych oraz obiektów brzegowych przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza oraz poprzez zwalczanie sił nawodnych i podwodnych. Do wykonania tych zadań będzie wykorzystywane zarówno załogowe, jak i bezzałogowe lotnictwo sił powietrznych.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że w przyszłości będzie rósł wpływ lotnictwa wsparcia działań powietrznych na tworzenie dogodnych warunków działań sił powietrznych. Szczególne znaczenie będzie miało użycie samolotów do rozpoznania i obserwacji powietrznej. Samoloty systemów: AWACS, AGS, JSTARS oraz załogowe i bezzałogowe samoloty rozpoznawcze ze składu sił powietrznych będą immanentną częścią systemu informacyjnego na sieciocentrycznym polu walki, co zapewni zasilanie systemu informacją w czasie bieżącym. Duże znaczenie dla działań lotnictwa sił powietrznych w przyszłości nadal będą miały: tankowanie w powietrzu, walka elektroniczna, transport powietrzny, bojowe poszukiwanie i ratownictwo oraz specjalne działania powietrzne.

W literaturze przedmiotu badań (np. „Joint Vision 2025”) znajdują się też pewne zapisy, które określają tendencję do innego formułowania zadań lotnictwa w nowym środowisku walki, jakim jest sieciocentryczne pole walki, za pomocą nowych pojęć i definicji, typowych dla koncepcji walki sieciocentrycznej. Przykładem jest dokument wydany przez Dowództwo Sił Powietrznych USA, w którym określono kierunek transformacji tych sił, mający na celu dostosowanie ich do nowego środowiska bezpieczeństwa XXI wieku oraz do nowej, sieciocentrycznej

koncepcji prowadzenia działań. Według wspomnianego źródła zadania sił powietrznych w walce sieciocentrycznej to³⁰:

- zapewnienie przewagi w powietrzu w celu zapobieżenia atakom z powietrza na siły lądowe i morskie, na linie zaopatrzenia oraz zasoby logistyczne oraz w celu stworzenia korzystnych warunków działań dla swojego komponentu powietrznego,
- uniemożliwienie przeciwnikowi użycia sił ciężkich (oddziałów pancernych i zmechanizowanych), które są najbardziej groźne dla własnych sił,
- izolacja drugich rzutów przeciwnika bądź ich zniszczenie,
- ciągłe wsparcie ogniowe własnych sił przez lotnictwo za pomocą środków precyzyjnych, niezależne od warunków pogodowych,
- obezwładnienie systemów uderzeniowych dalekiego zasięgu przeciwnika, w celu uniknięcia zagrożeń skierowanych przeciwko lotniskom bądź portom, w których odbywa się wyładunek własnych sił,
- dostarczenie (za pomocą środków powietrznych i kosmicznych) informacji o przeciwniku poprzez sieć informacyjną, co zapewni świadomość sytuacyjną, umożliwi precyzyjne określenie obiektów uderzeń przy uwzględnieniu informacji dotyczących pogody i środowiska działań,
- szybki transport powietrzny sił i zaopatrzenia na duże odległości, w tym pomiędzy kontynentami.

Studia materiałów źródłowych wskazują jednak, że w walce sieciocentrycznej siły powietrzne wykonywać będą podobne zadania jak w dotychczasowych (nie sieciowanych) działaniach. Odmienny będzie natomiast sposób realizacji zadań, co wynika z ogólnych założeń prowadzenia walki sieciocentrycznej. Analiza przyszłych tendencji w tym zakresie wskazuje, że w warunkach sieciocentrycznego pola walki siły powietrzne w coraz mniejszym stopniu będą uczestniczyły w wykonaniu zadań siłami skoncentrowanymi w dużych ugrupowaniach. Ze względu na wzrost możliwości bojowych załogowych i bezzałogowych samolotów lotnictwa sił powietrznych charakterystyczne będzie użycie pojedynczych samolotów lub małych grup do wykonania zadań w tym miejscu i w tym czasie, które będą optymalne. Będzie to możliwe dzięki przewadze informacyjnej, która zapewni świadomość sytuacji i możliwość użycia tych sił, które są najbliższe i mogą osiągnąć maksymalny rezultat działań. Nie oznacza to, że nie będzie stosowana zasada koncentracji sił. Zasada ta będzie realizowana poprzez użycie małych grup lub pojedynczych samolotów sił powietrznych, tam gdzie to jest najbardziej potrzebne w danej sytuacji.

Przewiduje się, że w sytuacji silnej obrony powietrznej przeciwnika w pierwszej kolejności będą użyte bezzałogowe aparaty latające, których zadaniem będzie rozpoznanie z powietrza i ocena zagrożeń oraz elektroniczne i ogniowe obezwładnienie naziemnych i powietrznych środków przeciwlotniczych. W stworzonych w ten sposób dogodnych warunkach będą następnie użyte załogowe samoloty sił powietrznych. Dzięki temu straty własnego lotnictwa zostaną ograniczone do minimum.

³⁰ *The US Air Force Transformation Flight Plan*, HQ USAF/XPXC Future Concepts and Transformation Division, Langley 2004, s. III-14.

W przyszłych działaniach powietrznych bardzo duże znaczenie będzie miała kontrola przestrzeni powietrznej, celem zapewnienia bezpieczeństwa wszystkim środkom ze składu sił powietrznych, sił lądowych i morskich działających we wspólnej przestrzeni oraz celem zapewnienia wysokiej skuteczności działań. Szczególnie trudne będzie zapewnienie bezpieczeństwa oraz skuteczności działań bezzałogowych aparatów latających, zwłaszcza podczas działań autonomicznych, kiedy nie będą one kierowane przez operatorów z centrów kierowania. W mniejszym zakresie dotyczyć to też będzie załogowych samolotów lotnictwa sił powietrznych, szczególnie podczas wykonania zadań pojedynczymi samolotami lub małymi grupami.

Przedstawione wyżej analizy i oceny umożliwiają sformułowanie wniosków dotyczących rozwoju sił powietrznych w dwudziestoletniej perspektywie czasowej. Reasumując te badania, należy podkreślić, że na wymagania wobec sił zbrojnych, w tym wobec sił powietrznych, wpływać będą zarówno różnice w rozwoju cywilizacyjnym społeczeństw, jak i pojawienie się nowych zagrożeń bezpieczeństwa.

Największym zagrożeniem dla funkcjonowania państw i społeczeństw pozostanie terroryzm. Należy przypuszczać, że terroryści będą nadal dążyli do osiągnięcia swoich celów różnymi formami działań (sposobami), także za pomocą terroryzmu powietrznego, poprzez terrorystyczne oddziaływanie z powietrza. Dlatego w odniesieniu do sił powietrznych stałym wymaganiem będzie posiadanie już w czasie pokoju sił i środków obrony powietrznej, w tym lotnictwa, znajdujących się w wysokich stopniach gotowości bojowej – do ochrony przestrzeni powietrznej kraju i Sojuszu oraz przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym z powietrza, jak również ustalenie jednoznacznych procedur podejmowania decyzji i postępowania podczas walki z takimi zagrożeniami.

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 bojowych i środków obrony przeciwlotniczej. W dalszej perspektywie czasowej rolę bojowych samolotów dyżurnych przejąć powinny bezzałogowe, bojowe statki powietrzne co wyeliminuje stratę czasu na zajmowanie miejsca w kabine 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 czasowej dwudziestu lat:

- posiadały naziemne oraz powietrzne sensory i platformy bojowe, wykonane z zastosowaniem najnowszych technologii zapewniających trudność wykrycia i identyfikacji oraz ich wysoką manewrowość i skuteczność, spięte odporną na zakłócenia siecią informacyjną, będące efektywnymi elementami sieciocentrycznego pola walki w wymiarze powietrznym,
- uczestniczyły w znaczący sposób w tworzeniu przewagi informacyjnej w działaniach militarnych, poprzez posiadanie załogowych i bezzałogowych, na-

ziemnych i powietrznych sensorów dostarczających informację z rozpoznania powietrznego oraz obserwacji powietrznej do decydentów i uczestników walki poprzez sieć informacyjną,

- tworzyły globalną siłę, wyposażoną w załogowe i bezzałogowe platformy bojowe, zdolne, między innymi poprzez tankowanie w powietrzu, do szybkiego re-agowania w dowolnym punkcie kuli ziemskiej,
- były elastyczne w użyciu poprzez możliwość szybkiego przebazowania w re-jony operacyjnego użycia oraz poprzez posiadanie wyspecjalizowanych sił do ich wszechstronnego wsparcia, a także posiadanie transportu powietrznego do szybkiego przerzutu,
- były wyposażone w platformy bojowe przenoszące środki bojowe do obrony przed rakietami balistycznymi i środkami atakującymi z kosmosu,
- były wysoce mobilne i manewrowe,
- posiadały modułową organizację (modułowe jednostki) o w miarę stałych możliwościach bojowych,
- mogły wykonywać precyzyjne i zdecydowane uderzenia na wyselekcjonowane obiekty w powietrzu, na ziemi i na wodzie (pod wodą) dzięki wyposażeniu w środki precyzyjnego rażenia,
- były wszechstronnie zabezpieczone przez naziemne i powietrzne środki wsparcia działań powietrznych.

Platformy bojowe oraz sensory sił powietrznych, będące źródłami informacji w ramach sieciocentrycznego pola walki, w perspektywie 2025 roku powinny być wykonane z zastosowaniem najnowszych osiągnięć technologicznych, szczególnie w zakresie utrudnienia lub uniemożliwienia wykrycia i identyfikacji (technologia stealth). W lotnictwie sił powietrznych powinny być stosowane rozwiązania zwiększające manewrowość, zarówno poprzez doskonalenie konstrukcji płatowców, jak i zastosowanie wydajniejszych silników zwiększających możliwości manewrowe poprzez sterowanie wektorem ciągu. To ostatnie rozwiązanie może mieć decydujące znaczenie podczas prowadzenia manewrowych walk powietrznych przez lotnictwo zwalczające lotnictwo przeciwnika w powietrzu. Należy jednak mieć świadomość, że przyszłe lotnicze platformy bojowe będą wyposażone w bardzo efektywne środki wykrywania celów powietrznych, co będzie potęgowane przez sieciocentryczną sieć informacyjną, oraz środki o bardzo dużych odległościach rażenia. Dlatego niezbyt często będzie dochodziło do manewrowych walk powietrznych.

Znaczącą wartością (czasem decydującą) w przyszłych działaniach militarnych na sieciocentrycznym polu walki będzie informacja. Siły powietrzne powinny uczestniczyć w tworzeniu przewagi informacyjnej poprzez wykorzystanie załogowych i bezzałogowych statków powietrznych oraz naziemnych urządzeń z sensorami rozpoznawczymi. Należy prognozować, że w dalszym ciągu, szczególnie w warunkach działania poza terytorium Sojuszu, w odległych punktach naszego globu, najwygodniejszym i uniwersalnym środkiem monitorowania przestrzeni powietrznej w rejonach zagrożeń będą powietrzne systemy wykrywania i naprowa-

dzania oraz elementy powietrzne systemów rozpoznawczo-uderzeniowych. Podstawowymi wymaganiami wobec nich będą: zwiększenie zasięgu wykrywania, zwiększenie odporności na zakłócenia oraz wydłużenie czasu dyżurowania w powietrzu.

W tworzeniu przewagi informacyjnej powinny uczestniczyć też wszystkie samoloty i naziemne środki sił powietrznych. W przyszłości większość zadań rozpoznania powietrznego powinny przejąć bezzałogowe, rozpoznawcze aparaty latające o wysokich możliwościach w zakresie prowadzenia wszystkich rodzajów rozpoznania powietrznego. Jest niezbędne, aby zarówno załogowe, jak i bezzałogowe aparaty latające zapewniały dostarczanie w czasie bieżącym informacji z powietrza do decydentów i uczestników walki poprzez wspólną sieć informacyjną.

Lotnictwo sił powietrznych powinno 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 zdolne do szybkiego (w krótkim czasie) zastosowania 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 transportem powietrznym i 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.

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, szczególnie w kontekście operacji reagowania kryzysowego, w tym również sił odpowiedzi NATO oraz realizowanego w ramach Sojuszu wzmocnienia 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 zgrupowań sił po-

wietrznych wydzielonych w czasie pokoju przez poszczególne państwa. Wielkość modułów oraz ich zdolności operacyjne mają być dostosowane do potrzeb konkretnych operacji wojskowych Sojuszu. Za niezbędne uważa się konieczność wydzielenia sił i środków systemu dowodzenia zapewniających zespolenie 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 sił powietrznych o względnie stałych możliwościach operacyjnych,
- liczba i rodzaj wykorzystywanych modułów sił i środków sił powietrznych powinny być adekwatne do potrzeb konkretnej operacji wojskowej,
- koncepcje użycia tych sił i środków powinny być zróżnicowane w zależności od potrzeb konkretnej operacji wojskowej,
- utrzymywana powinna być terminowość dostępności wydzielonych modułów sił i środków sił powietrznych w zależności od potrzeb,
- moduły tych sił i środków powinny posiadać zdolność do prowadzenia działań w ramach sojuszniczych sił połączonych.

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

- zasadę tworzenia modułów sił i środków w oparciu o ustalone i ujednoczone 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,
- zdolność współdziałania i współpracy z siłami powietrznymi państw partnerskich niebędących członkami NATO.

Wymogi mobilność i zdolności do transportu sił i środków sił powietrznych podyktowane będą potrzebami prowadzenia operacji poza tradycyjnymi obszarami odpowiedzialności Sojuszu Północnoatlantyckiego. Powinno się je 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 lotnictwa sił powietrznych przyszłości powinna być duża precyzja uderzeń, zapewniana przez możliwość dokładnej nawiga-

cji oraz użycie precyzyjnych środków rażenia. Dzięki temu powinna być zapewniona duża skuteczność działań przy minimalnych stratach własnych.

Wysoka efektywność działań sił powietrznych będzie zapewniona 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.

* * *

Z przeprowadzonych w rozdziale analiz wynika, że w perspektywie 2025 roku nastąpi dalsze zróżnicowanie zagrożeń bezpieczeństwa. Wprowadzie niezmiernie trudno jest oceniać rozwój sytuacji polityczno-militarnej w dwudziestoletniej perspektywie czasowej, to jednak występujące w ostatnim czasie tendencje pozwalają na określenie pewnych prawidłowości. Jest prawdopodobne, że w przyszłości możliwość wybuchu konfliktu zbrojnego na dużą skalę, o zasięgu globalnym będzie nadal niewysoka. Głównymi zagrożeniami bezpieczeństwa będą: międzynarodowy terroryzm, niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia, wybuch konfliktów lokalnych, których podłożem będą antagonizmy religijne, etniczne lub nierówności ekonomiczne i społeczne, rozpad niektórych państw i utrata możliwości kierowania nimi oraz międzynarodowa przestępczość.

Zagrożenia te będą najczęściej pojawiały się w odległych zakątkach naszego globu, poza terytorium Sojuszu Północnoatlantyckiego. Do zapobiegania tym zagrożeniom i rozwiązania wynikających stąd sytuacji kryzysowych stosowane będą w dalszym ciągu, prawdopodobnie w sposób bardziej zintensyfikowany, działania organizacji międzynarodowych, np. ONZ, OBWE lub NATO. Siły powoływane na podstawie rezolucji organizacji międzynarodowych siły będą miały charakter międzynarodowy i będą prowadziły operacje reagowania kryzysowego. Aby uczestniczyć w takich działaniach siły zbrojne Sojuszu, w tym siły zbrojne naszego kraju, muszą posiadać z góry przygotowane komponenty, które powinny się charakteryzować dużą mobilnością, krótkim czasem osiągnięcia gotowości do działań oraz wysoką skutecznością i zdolnością do długotrwałego prowadzenia działań militarnych.

Przyszłe działania militarne będą realizowane zgodnie z nową koncepcją prowadzenia walki, nazywanej walką sieciocentryczną. Istotą tej koncepcji jest zapewnienie przewagi informacyjnej poprzez stworzenie sieci informacyjnej wspólnej dla wszystkich uczestników walki. Dzięki temu zostanie zapewnione dostarczenie niezbędnej i aktualnej informacji wszystkim uczestnikom walki, zarówno decydom, jak i wykonawcom, oraz osiągnięcie świadomości pola walki. W rezultacie siły niezbędne do osiągnięcia postawionych celów będą użyte we właściwym miejscu i pożądanym czasie.

Siły powietrzne będą w przyszłości jednym z najważniejszych komponentów sił biorących udział w operacjach militarnych. Przewiduje się, że w ramach sieciocentrycznego pola walki istota zadań sił powietrznych się nie zmieni. W czasie pokoju siły

powietrzne będą użyte do ochrony przestrzeni powietrznej, w tym do przeciwdziałania zagrożeniom terrorystycznym z powietrza typu „RENEGADE”, poprzez pełnienie dyżurów bojowych w ramach Zintegrowanego Systemu Obrony Powietrznej NATO.

W czasie kryzysu siły powietrzne przeznaczone będą do kontroli przestrzeni powietrznej, demonstrowania groźby użycia siły, prowadzenia rozpoznania powietrznego, a także, w razie potrzeby, do zwalczania celów powietrznych, naziemnych i nawodnych w ramach narodowych, sojuszniczych lub koalicyjnych operacji reagowania kryzysowego.

W czasie wojny w dalszym ciągu priorytetowym zadaniem sił powietrznych będzie walka o przewagę w powietrzu, celem której będzie tworzenie dogodnych warunków do prowadzenia operacji przez wszystkie uczestniczące w niej komponenty. Ponadto siły powietrzne będą jednym z głównych wykonawców strategicznych uderzeń powietrznych oraz będą uczestniczyć w działaniach przeciwko siłom lądowym i morskimi. Wysoka skuteczność działań sił powietrznych zostanie osiągnięta za pomocą wszechstronnego wsparcia działań powietrznych przez wyspecjalizowane samoloty i śmigłowce.

Sposób użycia lotnictwa w operacjach militarnych będzie uzależniony od warunków ich prowadzenia. W warunkach sieciocentrycznego pola walki charakterystyczne będą działania małych grup samolotów lub pojedynczych samolotów w optymalnym miejscu i czasie, co zostanie zapewnione dzięki przewadze informacyjnej i posiadaniu świadomości sytuacji. Zapewni to możliwość podejmowania optymalnych decyzji o użyciu sił powietrznych. W przyszłości będzie rosło znaczenie bezzałogowych statków powietrznych, które będą wykorzystywane do rozpoznania z powietrza oraz wykonania zadań w rejonach o silnej obronie przeciwlotniczej, celem uniknięcia strat załóg samolotów pilotowanych.

Z uwarunkowań tych wynikają wymagania wobec sił powietrznych w perspektywie 2025 roku. Siły powietrzne powinny być ważnym komponentem sieciocentrycznego pola walki, posiadając na wyposażeniu sensory do zdobywania informacji w przestrzeni powietrznej, w tym z powietrza, oraz platformy bojowe do tworzenia realnych warunków do odstraszenia militarnego lub wykonania zadań stricte bojowych, związanych z niszczeniem obiektów powietrznych, naziemnych i nawodnych (podwodnych).

Siły powietrzne powinny tworzyć globalną siłę. Wyposażone w załogowe i bezzałogowe lotnicze platformy bojowe, dzięki tankowaniu w powietrzu powinny być gotowe do użycia w dowolnym punkcie kuli ziemskiej. Niezbędne jest, aby jednostki sił powietrznych posiadały modułową organizację o w miarę jednakowych możliwościach bojowych, były wysoce mobilne i manewrowe, co powinno zapewnić niezbędną elastyczność użycia.

Przyszłe platformy bojowe sił powietrznych powinny być wykonane z zastosowaniem najnowszych technologii zapewniających trudność wykrycia i identyfikacji, wysoką manewrowość i skuteczność. Powinny posiadać wyposażenie nawigacyjno-celownicze oraz uzbrojenie umożliwiające wykonanie precyzyjnych uderzeń w każdych warunkach atmosferycznych w dzień i w noc.

Rozdział 2

KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMÓW ROZPOZNANIA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

2.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów rozpoznania sił powietrznych

W naziemnych systemach rozpoznania radiolokacyjnego funkcjonują obecnie i w dalszym ciągu będą technologicznie rozwijane radary „klasyczne” oraz pozahoryzontalne. Intensywne prace badawcze prowadzone są nad wdrożeniem radarów bi- i multistatycznych, radarów mikrofalowych, radarów o obniżonej mocy sygnałów – tzw. radarów cichych oraz radarów pasywnych. Prace te wyznaczają przyszłościowe kierunki rozwoju radarów.

Radary „klasyczne” wykorzystują fale radiowe zakresu metrowego, decymetrowego i centymetrowego rozchodzące się praktycznie prostoliniowo, co ogranicza ich zasięg wykrywania horyzontem radiowym. Ich rozwój zmierza w kierunku zwiększenia odporności na zakłócenia elektroniczne i zniszczenie rakietami przeciwradiolokacyjnymi. Dalsze tendencje rozwojowe systemów radarowych będą dotyczyły:

- zwiększenia ich możliwości w wykrywaniu obiektów powietrznych wykonanych w technologii stealth, taktycznych rakiet balistycznych, rakiet skrzydlatych oraz bezzałogowych aparatów latających,
- zwiększania ich zasięgu wykrywania,
- zwiększania dokładności określania współrzędnych obiektów,
- rozszerzenia zakresu wykorzystywanych częstotliwości,
- zwiększania niezawodności i mobilności,
- zmniejszania gabarytów urządzeń i ich podzespołów,
- rozdzielenia urządzeń nadawczych od odbiorczych celem zachowania ich żywotności,
- systematycznego zmniejszania stanu obsługi i dążenia do budowy radarów bezobsługowych.

Od wielu już lat wyzwaniem dla stacji radiolokacyjnych są tzw. samoloty niewykrywalne, to znaczy wykonane w technologii stealth. Metody wykrywania obiektów budowanych w technologii stealth można podzielić na dwie grupy.

Pierwsza grupa obejmuje tradycyjne sposoby zwiększania zasięgu wykrywania, które nie uwzględniają specyfiki obiektów wykonywanych w technologii stealth. Polegają one na zwiększeniu potencjału energetycznego oraz czułości układów odbiorczych stacji radiolokacyjnych. Obiekt o małej skutecznej powierzchni odbicia odbija w kierunku źródła promieniowania tylko ułamek padającej na niego energii. Tak więc, im więcej energii opromieniuje obiekt stealth, tym proporcjonalnie więcej

się od niego odbije i dotrze do stacji radiolokacyjnej, zwiększając tym prawdopodobieństwo jego wykrycia.

Konstruktorzy radarów dążą więc do tego, aby moc emitowanego sygnału stacji radiolokacyjnych była jak największa. Podejście to ma jednak wady:

- sygnały o dużej mocy są łatwo wykrywalne na dużych odległościach przez środki walki radioelektronicznej przeciwnika, co bardzo ułatwia zniszczenie radaru,
- wraz z zastosowaniem dużej mocy pojawiają się bariery technologiczne, których przełamanie wydaje się na razie niemożliwe, szczególnie tam, gdzie wymiary anten stacji z różnych względów muszą być ograniczone (samolot, okręt, kontener, pojazd). Jak wskazuje praktyka, aby zwiększyć zasięg stacji dwukrotnie, nie zmieniając wymiarów anteny oraz nie zwiększając czułości urządzeń odbiorczych, moc stacji trzeba zwiększyć kilkunastokrotnie.

O wiele lepsze wyniki uzyskuje się, stosując wszelkiego rodzaju metody kompresji impulsu. Układy nadawcze stacji emitują wówczas bardzo długi sygnał (o małej rozróżnialności), który w wyniku kompresji traktowany jest przez układy odbiorcze stacji jako bardzo krótki sygnał (o dużej rozróżnialności). Oznacza to, że cała energia sygnału może być wypromieniowana w dłuższym czasie, nie przeciążając układów nadawczych i antenowych³¹.

Najnowsze radary z kompresją impulsu i mocą w impulsie równą 1 MW porównywalne są (przy zachowaniu takiej samej rozróżnialności) z radarami bez kompresji o mocy w impulsie równej 10 000 MW. Ilość energii dochodzącej do obiektu można też zwiększyć przez poprawienie charakterystyki kierunkowej anteny. Wiąże się to jednak ze znacznym zwiększeniem rozmiarów anteny, co nie zawsze jest możliwe (np. na samolotach lub okrętach). Mimo wszystko umiejętnie kształtując współczynnik kierunkowy anteny, można osiągnąć nawet 70% zwiększenie zasięgu stacji.

W najnowszych konstrukcjach stacji radiolokacyjnych stosowane są anteny ścianowe z elektronicznym przeszukiwaniem przestrzeni. Stacje tego typu po wysłaniu w określonym kierunku standardowej liczby impulsów i stwierdzeniu, że prawdopodobnie znajduje się tam obiekt, wysyłają automatycznie w kierunku obiektu większą liczbę impulsów, niż to wynika z rodzaju pracy poszukiwania, zwiększając tym zasięg wykrywania stacji.

Druga grupa rozwiązań obejmuje niekonwencjonalne sposoby zwiększania zasięgu wykrywania celów o małej skutecznej powierzchni odbicia. Cechą charakterystyczną tych metod jest to, że wykorzystują one własności obiektów stealth do ich wykrycia.

Obiekty wykonane w technologii stealth charakteryzują się małą skuteczną powierzchnią odbicia. Jednakże obecna technologia zapewnia utrzymanie tej cechy jedynie w niewielkim zakresie częstotliwości od 1 do 20 GHz. Istnieją duże trudności w zmniejszeniu skutecznej powierzchni odbicia poza tym zakresem częstotliwości. Można więc znacznie poprawić skuteczność wykrywania obiektów, dobierając odpowiednią częstotliwość pracy stacji radiolokacyjnej.

³¹ Z. Skwarek, *Taktyka wojsk radiotechnicznych sił powietrznych*, AON, Warszawa 2001, s. 115.

Zastosowanie fal bardzo krótkich (milimetrowych) oznacza, że sygnał będzie odbijany przez najmniejsze elementy konstrukcji opromieniowanego obiektu. Ponadto materiały tłumiące fale milimetrowe są dopiero w fazie badań i w najbliższej przyszłości nie przewiduje się budowy samolotów przy ich wykorzystaniu. W związku z tym prowadzi się intensywne prace nad radarami działającymi w paśmie 30–40, 85–95, a nawet bliskim 140 GHz.

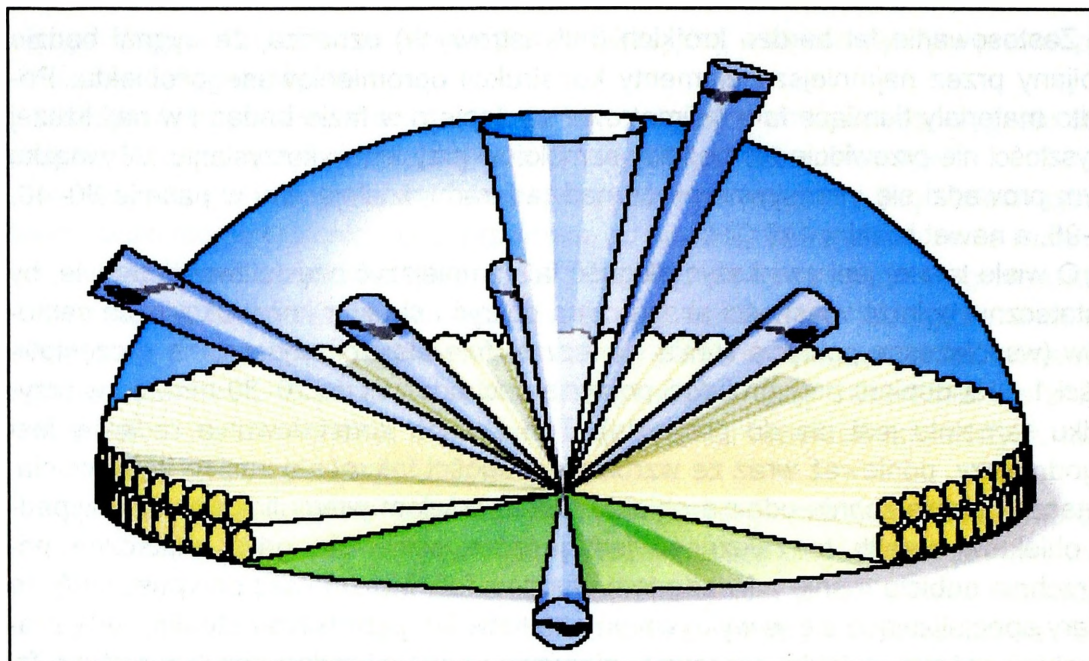
O wiele łatwiej jest zwiększyć długość fali (zmniejszyć częstotliwość) na tyle, by dostatecznie osłabić własności absorpcyjne pokryć i struktur konstrukcyjnych samolotów (współczesne pokrycia tłumią skutecznie fale elektromagnetyczne o częstotliwości 1 GHz dopiero przy grubości pokrycia dochodzącej do 20–30 mm, co w przypadku samolotu jest nie do przyjęcia). Ten sposób konstruowania radarów jest dogodniejszy, ponieważ wraz ze wzrostem długości fali rośnie zasięg wykrywania, skuteczna powierzchnia odbicia obiektu rośnie bowiem wtedy liniowo. W przypadku obiektów stealth ta zależność jest jeszcze silniejsza, gdyż skuteczna powierzchnia odbicia rośnie z kwadratem długości fali. Można więc przypuszczać, że radary specjalizujące się w wykrywaniu obiektów latających typu stealth będą pracowały w paśmie, w jakim pracowały pierwsze w historii radary, czyli w paśmie fal metrowych.

Okazało się również, że do wykrywania obiektów latających wykonanych w technologii stealth świetnie nadają się znane już od dawna radary pozahorizontalne. Te pracujące na bardzo długich falach stacje radiolokacyjne działają, wykorzystując odbicie fali elektromagnetycznej od jonosfery.

Inna metoda wykrywania polega na wykorzystaniu swoistych cech samolotów wykonanych w technologii stealth – rozpraszania fal radiowych. Jeżeli sygnał odbity od takiego obiektu i odbierany w jakimś punkcie przestrzeni jest bardzo słaby, to w innym może być kilkakrotnie silniejszy. Dlatego też powstała koncepcja radarów multistatycznych, w których anteny nadawcze i odbiorcze są odseparowane. W przypadku takich radarów jedna z podstawowych cech technologii stealth – jak najmniejsze odbijanie energii na źródło promieniowania kosztem innych kierunków, obraca się przeciwko nim.

Przykładem radarów spełniających już w dużej mierze przedstawione wyżej wymagania są prototypowe stacje radiolokacyjne opracowane przez firmę Thales, takie jak radary serii MASTER (M3R lub A), przeznaczone do pracy w rozszerzonej obronie powietrznej³². Analiza tendencji rozwojowych tych radarów wskazuje, że będą one stosowane i rozwijane w przyszłości. Radary MASTER M3R i MASTER A określają trzy współrzędne obiektów powietrznych, mają możliwość wykrywania wysoce manewrowych obiektów powietrznych, rakiet balistycznych i manewrujących oraz bezzałogowych aparatów latających (rys. 2).

³² *Master-A multifunction 3D radar*, Thales Raytheon Systems, California, USA, dostępne z: <http://www.thalesraytheon.com>.



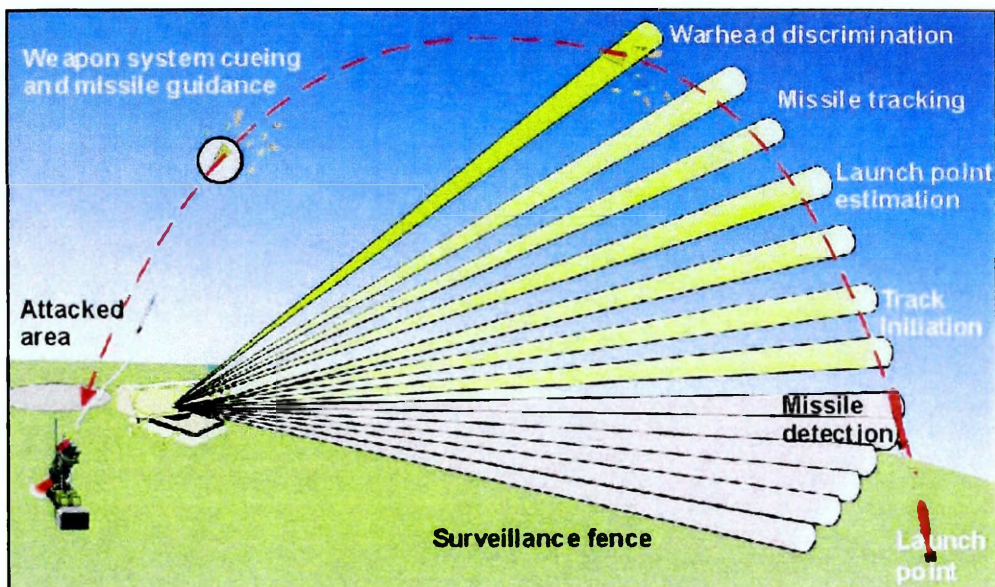
Źródło: MASTER – A Multi-Function 3D Radar, dostępne z: <http://www.thalesraytheon.com>.

Rys. 2. Strefa wykrywania radaru MASTER A

Radar MASTER T charakteryzuje się niskim poziomem emisji cieplnych i elektromagnetycznych oraz wysoką manewrowością i odpornością na zakłócenia elektroniczne. Jego antena nadawcza jest oddalona od urządzeń odbiorczych, co zwiększa jego żywotność. Ponadto jego urządzenia rozmieszczone są na dwóch samochodach, co pozwala transportować go jednym samolotem C-130.

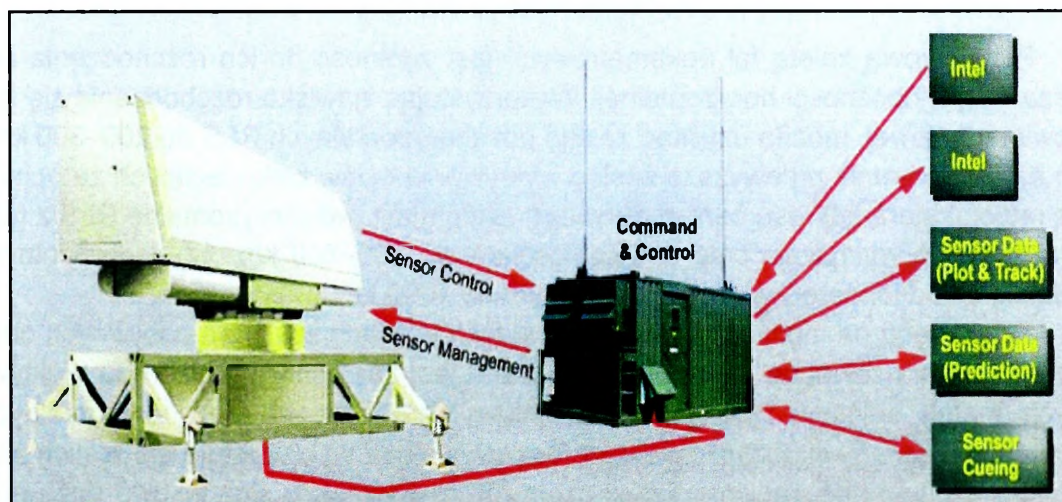
Zaawansowane prace badawcze nad radarami zdolnymi wykrywać rakiety balistyczne i określać ich miejsce uderzenia, a także wykrywać rakiety manewrujące i bezzałogowe aparaty latające prowadzi brytyjska firma AMS (Alenia Marconi Systems). Opracowany przez tę firmę system wczesnego wykrywania i dowodzenia EWACS spełnia te oczekiwania (rys. 3 i 4) i będzie stosowany w przyszłości. System jest przeznaczony do kontroli przestrzeni powietrznej, wykrywania rakiet balistycznych i manewrujących, wczesnego ostrzegania przed uderzeniami rakiet balistycznych oraz kierowania aktywnymi środkami walki. Stacja radiolokacyjna tego systemu ma zasięg ok. 1500 km, jest odporna na zakłócenia elektroniczne oraz wysoce mobilna. Może być transportowana samolotem C-130 lub śmigłowcem Chinook³³.

³³ *Early Warning and Control System*, Alenia Marconi Systems Limited 2002, Esse, United Kingdom, dostępne z: <http://www.amsjv.com>.



Źródło: *Early Warning and Control System*, wyd. cyt.

Rys. 3. Idea funkcjonowania systemu EWACS



Źródło: *Early Warning and Control System*, wyd. cyt.

Rys. 4. Komponenty systemu EWACS

Konieczność wykrywania bardzo szybkich, nisko lecących celów oraz rakiet balistycznych na maksymalnych odległościach spowodowała wznowienie prac badawczych i rozwój radarów pozahoryzontalnych. Prace te będą również kontynuowane w przyszłości, wyznaczając tendencje rozwojowe tych radarów. W stacjach radarowych tego typu wykorzystuje się właściwości rozchodzenia się fal radiowych zakresu dekametrowego (od 100 m do 10 m). Fale radiowe tego zakresu mają właściwości odbijania się od dolnych warstw jonosfery (rys. 5). W zależności od ich częstotliwości, kąta padania i charakteru jonosfery fale te mogą wyjść poza jej obszar lub odbić się od niej i powrócić na powierzchnię ziemi.



Źródło: *Relocatable Over-the-Horizon Radar (ROTHR) for Homeland Security*, Raytheon Company 2004, dostępne z: <http://www.raytheon.com>.

Rys. 5. Idea radiolokacji pozahoryzontalnej

Podstawową zaletą fal dekametrowych jest zdolność do ich rozchodzenia się poza linią widoczności horyzontalnej. Wykorzystując zjawisko rozchodzenia się fali powierzchniowej, można uzyskać zasięg pozahoryzontalnych RLS do 200–300 km, co aż ośmiokrotnie przewyższa zasięg wykrywania celów nisko lecących za pomocą radiolokatora zakresu centymetrowego. Natomiast pozahoryzontalne RLS z falą przestrzenną wykrywają cele w odległościach do 400–800 km przy jednokrotnym odbiciu fal od jonosfery a przy wielokrotnym do 4000 km.

Ze względu na możliwość powstania w tych stacjach zakłóceń pasywnych oraz oddziaływania zakłóceń aktywnych konieczne jest zastosowanie szeregu efektywnych metod selekcji. Dlatego w radiolokacyjnych stacjach pozahoryzontalnych stosuje się anteny o dużym zysku kierunkowym oraz wykorzystuje się w nich złożone sygnały radiolokacyjne, dzięki czemu można uzyskać stosunkowo dużą rozdzielność w odległości oraz dostatecznie dużą energię sygnału sondującego³⁴.

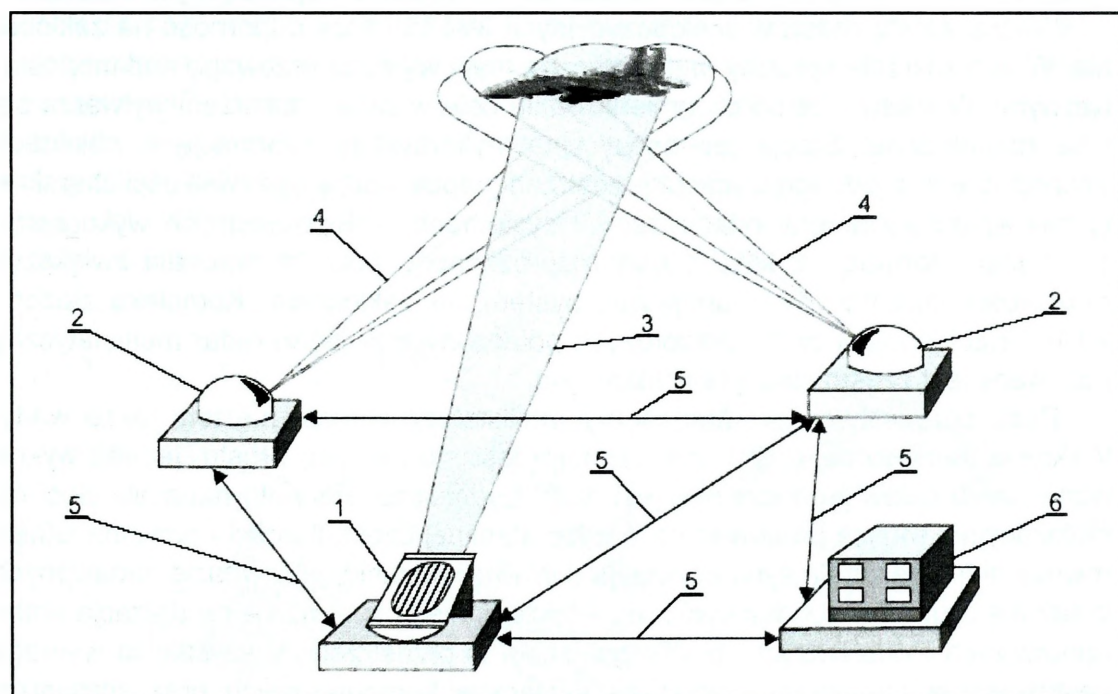
Radiolokator jest urządzeniem, które wypromieniowuje falę elektromagnetyczną i odbiera sygnały echa odbite od obiektów znajdujących się w opromieniowanej przestrzeni. Dzięki kierunkowej charakterystyce anteny oraz opóźnieniu czasowemu impulsu echa względem impulsu sondującego RLS jest możliwe określenie współrzędnych przestrzennych obiektów znajdujących się w opromieniowanej przestrzeni względem radiolokatora.

Ponieważ sygnał odbity (echa) rozchodzi się we wszystkich kierunkach, możliwe jest więc określenie współrzędnych obiektu i w tym przypadku, kiedy nadajnik znajduje się w dużej odległości od odbiornika. Zjawisko to zostało wykorzystane

³⁴ *Relocatable Over-the-Horizon Radar for Homeland Security*, Raytheon Company 2004, dostępne z: <http://www.raytheon.com>.

w tzw. radiolokatorach bi- i multistatycznych, zwanych także radiolokatorami wielopozycyjnymi. Cechą odróżniającą radiolokator bistatyczny (multistatyczny) od radiolokatorów monostatycznych jest wykorzystanie do nadawania i odbioru oddzielnych, oddalonych od siebie elementów. Radiolokatory te będą stosowane i doskonalone również w przyszłości³⁵.

W wyniku opromieniowania obiektu powietrznego i odbicia fal elektromagnetycznych w przestrzeni znajdują się rozproszone fale elektromagnetyczne (oprócz miejsc zasłoniętych przez cel). Radiolokacja multistatyczna, w porównaniu z monostatyczną, wykorzystuje nie tylko informacje pochodzące z niewielkiego wycinka tej przestrzeni, zawierającego rozproszone fale elektromagnetyczne, lecz informacje z kilku radiolokatorów rozmieszczonych przestrzennie, a to pozwala na zwiększenie możliwości informacyjnych oraz zwiększenie odporności systemu na zakłócenia. W związku z tym nadajnik i odbiornik (przynajmniej dwa) muszą być rozmieszczone w terenie na różnych pozycjach (nie wyklucza się większej liczby elementów nadawczych i odbiorczych) – rys. 6.



- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Pozycja z nadajnikiem | 4. Charakterystyki anten odbiorczych |
| 2. Pozycje odbiorcze | 5. Linie łączności |
| 3. Charakterystyka anteny nadajnika | 6. Centrum dowódczo-odbiorcze |

Rys. 6. Rozmieszczenie elementów w wielopozycyjnym systemie radiolokacyjnym

³⁵ S. Czeszejko, *System rozpoznania radiolokacyjnego naszych sił powietrznych w aspekcie zastosowania perspektywicznych urządzeń radiolokacyjnych*, „Przegląd WLiOP” 2001, nr 10, s. 34.

Dokładne określenie miejsca położenia obiektu w przestrzeni powietrznej wymaga odpowiedniego zsynchronizowania nadajnika i odbiorników oraz dokładnego określenia ich pozycji w terenie (możliwość użycia GPS, szybkość i dokładność). Ograniczeniem w wykorzystywaniu wielopozycyjnych SRL jest możliwość wykrywania obiektów powietrznych w określonej przestrzeni, gdzie strumień energii emitowanej przez nadajnik pokrywa się ze strefą widzialności odbiornika.

Dokładność określania współrzędnych obiektów w radiolokatorach wielopozycyjnych w dużym stopniu zależy od ich konfiguracji przestrzennej. Im bardziej równomierne jest rozłożenie elementów systemu, tym bardziej ujednoczona jest dokładność w całym obszarze wykrywania. Dokładność i rozróżnialność radiolokatorów multistatycznych nie różni się od dokładności i rozróżnialności systemów monostatycznych. Poza tym istnieją większe możliwości modulowania pracy nadajników za pomocą fali ciągłej. Przy modulowaniu nadajnika w sposób impulsowy mogą być wykorzystane wysokie częstotliwości powtarzania impulsów, które w radarach tradycyjnych powodowałyby niejednoznaczności określania współrzędnych obiektów.

Ważną zaletą radarów wielopozycyjnych jest ich duża odporność na zakłócenia. W tym zakresie systemy multistatyczne mają wyraźną przewagę nad monostatycznymi. Wiadomo, że po opromienieniu celu w całej przestrzeni wytwarza się pole rozproszone. Stacja jednopozycyjna wykorzystuje informację o obiektach pochodzących z jednego wycinka przestrzeni odpowiadającego wielkości charakterystyki aparatury anteny odbiorczej. W systemach wielopozycyjnych wykorzystywana jest informacja z kilku części rozproszonego pola, co pozwala zwiększyć możliwości informacyjne i uodpornić system na zakłócenia. Kompleks złożony z kilku stacji nadawczych i odbiorczych połączonych w jeden radar multistatyczny nazywany jest często siecią radiolokacyjną.

Poza oczywistymi zaletami radary multistatyczne mają niestety także wady. Wykrycie jednego celu tymi urządzeniami jest stosunkowo proste, jednak wykrywanie wielu celów jednocześnie jest dużo trudniejsze. Ponadto nadajniki sieci radiolokacyjnej muszą pracować na bardzo stabilnej częstotliwości i powinna istnieć między nimi doskonała synchronizacja zarówno w czasie, jak i w fazie nadawanych przez nie sygnałów sondujących, musi także istnieć niezawodna organizacja anten nadawczych i odbiorczych, tzw. organizacja w przestrzeni. Wszystko to wymaga zastosowania najnowocześniejszych systemów komputerowych oraz zorganizowania doskonałej sieci łączności, zdolnej do wymiany informacji w czasie rzeczywistym.

Radary „ciche” (tzw. radary LPI – Low Probability of Intercept – o niskim prawdopodobieństwie przechwycenia jego promieniowania) tworzą nową jakość w radiolokacji poprzez: niewielką moc szczytową, losowe przestrajanie w szerokim zakresie częstotliwości, kodowanie sygnału wraz z dużym współczynnikiem kompresji, zmianą szerokości i okresów powtarzania nadawanych impulsów oraz bardzo szybkie pseudolosowe zmiany położenia wiązki w przestrzeni przy zachowaniu bardzo niskiego poziomu listków bocznych. Z uwagi na to, że stacje te dokonują dodatkowo obróbki danych – śledzą cele w czasie przeszukiwania przestrzeni –

nazywane są stacjami wielofunkcyjnymi. Zewnętrzną charakterystyczną cechą budowy takich stacji jest antena ścianowa³⁶.

Niska moc impulsowa dla tego typu stacji, zmienne parametry sygnału i elastyczność wyboru algorytmów przeszukiwania przestrzeni pozwalają zaliczyć tę stację do klasy trudno wykrywalnych, co utrudnia jej zakłócenie, identyfikację i zniszczenie rakietami przeciwradiolokacyjnymi. Konstrukcja stacji na jednym podwoziu, spełniającym wymagania terenowe, zapewniłaby dużą mobilność i krótki czas przejścia z pozycji transportowej do pozycji pracy.

Obecnie tego typu stacje są opracowywane przez różne firmy na świecie i będą również stosowane w przyszłości. Stacje te pracują z kodowanym sygnałem sondującym w paśmie C (długość fali 5,5 cm) i zapewniają mały błąd średniokwadratowy pomiaru odległości. Szacuje się ich zasięg wykrywania na ok. 100 km.

Radiolokacja pasywna wykorzystuje obce źródła emisji elektromagnetycznej (rys. 7). W konstruowaniu tego typu radarów prowadzi się badania nad kompleksowym wykorzystaniem: odbiorników szerokopasmowych, anten ultra szerokopasmowych, technik szybkiej korelacji wielu szeroko zakresowych sygnałów, szybkiego, wielo- i szerokozakresowego formowania wiązki – niezbędnych do funkcjonowania tego typu systemu³⁷. Przewiduje się pracę na bazie sygnałów emitowanych przez nadajniki (przewidywane maksymalne zasięgi): systemu GPS (przewiduje się maksymalną odległość 20 000 km pomiędzy źródłem promieniowania o odbiornikiem), telewizyjne (ok. 260 km), radiowych FM (ok. 100 km), telewizji satelitarnej (ok. 100 km), w zakresie częstotliwości od 50 do 800 MHz i ok. 12 GHz.



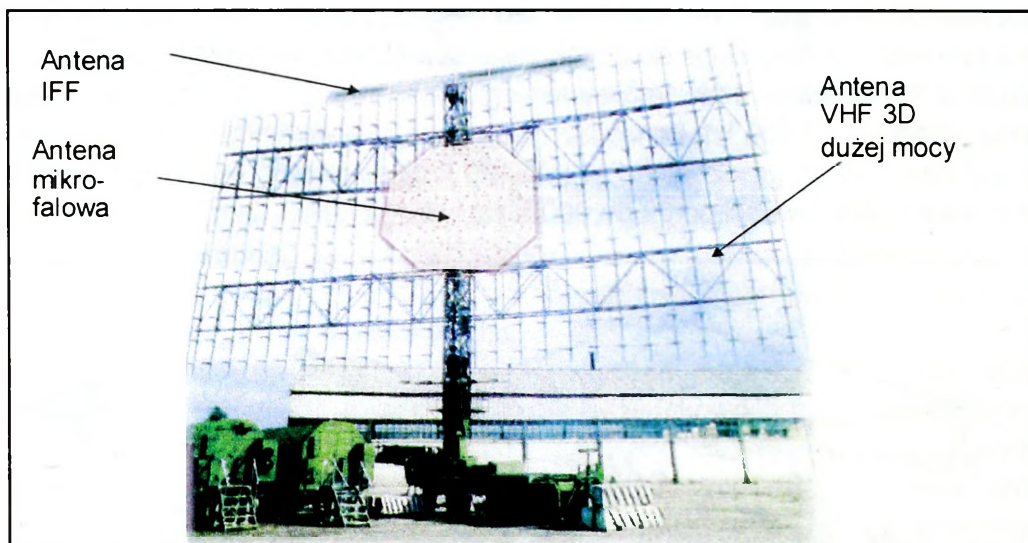
Rys. 7. Pasywny system bistatyczny

³⁶ W. Klembowski, J. Pikielny, K. Oczkoś, *Problemy uodpornienia radaru na wykrycie i zniszczenie*, V Konferencja naukowa pt. „Sterowanie i regulacja w radiolokacji i obiektach latających”, Jelenia Góra, 8–10 czerwca 1994 roku, t. II, s. 115–128; M. Łapiński, J. Pietrasiński, *Problemy ECCM a wymagania na radar typu LPI*, VII Konferencja naukowa pt. „Sterowanie i regulacja w radiolokacji i obiektach latających”, Jelenia Góra, 11–13 czerwca 1996 roku, t. I, s. 159–164.

³⁷ S. Matejuk, *Współczesne systemy radarowe*, „Przegląd WLiOP” 1993, nr 10, s. 40.

Prowadzone są również badania nad przyszłościowymi radarami zakresu milimetrowego. Wśród radarów klasycznych naziemnych, te zakresu cm stwarzają największe możliwości wykrywania celów nisko lecących, lecz nie zapewniają natychmiastowego rozpoznania celu. Nadzieje takie stwarza radar zakresu mm, który poprzez porównanie cech rozpoznawczych celu z tymi w bazie danych pozwoli na szybkie i bezbłędne rozpoznanie obiektu. Porównanie dotyczy m.in. widma częstotliwości dopplerowskiej oraz wymiarów i kształtów charakterystycznych elementów powierzchni.

Radary dwuczęstotliwościowe są odmianą klasycznych radarów, stanowią one połączenie radaru zakresu niskich (np. 400 MHz) i wysokich (np. 3 GHz) częstotliwości – rys. 8. Część funkcjonalna pracująca na niższej częstotliwości zapewnia dobre właściwości wykrywania małych, nisko lecących celów powietrznych wykonywanych w technologii stealth (o mocno obniżonej skutecznej powierzchni odbicia) na dużych odległościach, natomiast część funkcjonalna pracująca na wyższej częstotliwości pozwala na przejście (przy ciągłości śledzenia) obiektu na mniejszej odległości i doprecyzowania parametrów jego lotu.



Rys. 8. Koncepcja radaru dwuczęstotliwościowego

W praktyce oznacza to również podwójne przekrycie, co zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia celu. Koszty budowy i serwisu tego typu radaru są mniejsze niż w przypadku wykonania dwóch różnych typów, a efekt dublowania jest również osiągnięty. Działanie takiego radaru jest zawsze efektywniejsze niż współdziałanie dwóch radarów różnych zakresów, odporność na zakłócenia jest też lepsza. Rozwoju wymagają tu technologie budowy anten, odbiorników, obróbki cyfrowej sygnału i przemiany częstotliwości obrabianych sygnałów³⁸.

Współczesne i perspektywiczne środki napadu powietrznego oraz systemy dowodzenia siłami powietrznymi wykorzystują i prawdopodobnie będą nadal wyko-

³⁸ Tamże, s. 38.

rzystywały coraz szerszy wachlarz środków elektronicznych, o coraz większych możliwościach, by zabezpieczać i realizować swoje zadania. Środki łączności radiowej dowodzenia siłami powietrznymi, tak w powietrzu, jak i na ziemi, pokładowe środki rozpoznania i przeciwdziałania elektronicznego wykorzystują coraz szerszy zakres widma fal elektromagnetycznych oraz coraz nowsze rodzaje emisji. W zakresie emisji łączności radiowej takim wyzwaniem stojącym przed systemami rozpoznania elektronicznego są emisje szerokopasmowe ze skokową zmianą częstotliwości FH oraz emisje poniżej poziomu szumów.

We współczesnych systemach rozpoznania elektronicznego nie ma jeszcze urządzeń, które spełniłyby wszystkie wyżej wymienione wymagania, choć wiele już w tym kierunku zrobiono. Należy sądzić, że dalszy rozwój środków rozpoznania elektronicznego powinien być ukierunkowany na:

- opanowanie całego zakresu częstotliwości wykorzystywanego widma elektromagnetycznego,

- zautomatyzowanie wszystkich procesów rozpoznania elektronicznego i archiwizacji informacji. Automatyzacja dotyczy stałego wyszukiwania emisji i rejestrowania ich parametrów, ciągłego pomiaru miejsca rozmieszczenia źródła promieniowania energii elektromagnetycznej oraz przechwytywania pracujących emisji. Automatyzacja prowadzi bowiem do skracania czasu uzyskiwania informacji o wszystkich pracujących środkach elektronicznych, ograniczając subiektywność człowieka w pomiarach,

- rozpoznawanie wszystkich rodzajów emisji stosowanych w urządzeniach elektronicznych, w przestrzeni elektromagnetycznej pojawia się bowiem coraz więcej nowych, trudno rozpoznawalnych emisji.

Wartość urządzeń rozpoznawczych będzie zależeć od możliwości przechwytywania wszystkich rodzajów emisji. Ich rozwój zmierza w kierunku urządzeń uniwersalnych, które mogą wszystko przechwytywać i wydzielać poszczególne emisje w zależności od ich charakteru.

Perspektywiczne, naziemne systemy rozpoznania optoelektronicznego to przede wszystkim urządzenia wykorzystujące promieniowanie laserów. Radar laserowy (lidar) pozwala rozszerzyć możliwości klasycznego radaru mikrofalowego. Łączy on zalety radaru konwencjonalnego i zobrazowania wizyjnego. Za pomocą radaru laserowego można uzyskać dokładniejsze pomiary odległości, prędkości i kierunku ruchu obiektu, a ponadto uzyskać jego obraz. Możliwość jednoczesnego otrzymania wymienionych powyżej parametrów jest bardzo istotną zaletą radaru laserowego, tym bardziej że wyniki uzyskuje się w czasie rzeczywistym, wykorzystując szybkie techniki obróbki danych. Zalety radaru laserowego zdecydowały o jego zastosowaniu w technice wojskowej do wykrywania i wskazywania celów, określania odległości do obiektu i jego prędkości, śledzenia, rozpoznania, a w końcowym etapie do identyfikacji celu. Laser zwiększył precyzję pomiarową radarów optycznych w stosunku do klasycznych radarów mikrofalowych.

Radar laserowy, mimo iż wykorzystuje promieniowanie z obszaru optycznego widma fal promieniowania elektromagnetycznego, jest podobny do konwencjonal-

nych urządzeń tego typu – radarów mikrofalowych. Występujące między nimi różnice są jednak istotne. Radary laserowe, podobnie jak konwencjonalne, można pogrupować w zależności od: rodzaju wykonywanego pomiaru, techniki detekcji, techniki modulacji i demodulacji, typu lasera lub użytej długości fali, wykonywanego zadania lub typu zbierania i obróbki danych. Urządzenia te można ponadto sklasyfikować jako monostatyczne, bistatyczne lub wielostatyczne w zależności od tego, czy radar laserowy używa tej samej optyki do nadawania i odbioru sygnału echa, czy też stosuje oddzielne układy optyczne, usytuowane w różnych miejscach.

Intensywny rozwój środków przeciwdziałania i zakłócania systemów radiotechnicznych zmierza do opracowywania nowych sposobów lokacji³⁹, wykorzystujących np. środki lub systemy lokacyjne pracujące w optycznym przedziale długości fal elektromagnetycznych, czyli radary laserowe. Dla radarów laserowych przewiduje się te same, typowo wojskowe zastosowania co dla radaru konwencjonalnego, a mianowicie: kontrolę rejonu, zbieranie danych o obiektach ze śledzeniem obiektów włącznie, nawigację. Radar mikrofalowy wykonuje dostatecznie dużą ilość zadań, pracując w każdych warunkach meteorologicznych. Radar laserowy natomiast skupia się na zadaniach, których konwencjonalny radar nie jest w stanie wykonać. Ponadto dostarcza informacji z dużo większej odległości i z dużo większą precyzją oraz z bardzo dokładną aktualizacją danych nawigacyjnych. Umożliwia także zobrazowanie obiektów z dużą rozdzielczością. Przyszłe prace nad tymi urządzeniami dotyczące nowych i wyłaniających się zastosowań wojskowych prawdopodobnie będą obejmowały rozwijanie nowych źródeł nadajników oraz nowe rozwiązania w celu zmniejszenia kosztów, rozmiarów i wagi stosowanych radarów laserowych.

2.2. Kierunki rozwoju powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych

Ilościowa i jakościowa ekspansja broni precyzyjnego rażenia, globalny zasięg operacji militarnych oraz szybkie tempo działań zdeterminują zmiany w organizacji i prowadzeniu walki zbrojnej. Do sprawnego dowodzenia i osiągania celów operacji nieodzowne stanie się posiadanie znacznie efektywniejszego systemu zdobywania, transmisji i obiegu informacji rozpoznawczej. Wzrost znaczenia rozpoznania i stawianie mu coraz większych wymagań będą z kolei wymuszały ciągły rozwój środków obserwacji i rozpoznania, w tym również środków systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych.

Powstające obecnie koncepcje operacyjnego wykorzystania sił zbrojnych na perspektywnym polu walki bazują na założeniu, że osiąganie celów przyszłych operacji będzie zależało od posiadania przewagi (dominacji) informacyjnej. Najistotniejszą rolę w osiągnięciu przewagi informacyjnej przypisuje się przy tym prze-

³⁹ Lokacja – wykrywanie i wyznaczanie położenia lub prędkości ruchu obiektów w przestrzeni, stosowane w nawigacji i technice wojskowej. *Słownik języka polskiego*, PWN, Warszawa 1992.

strzeni powietrzno-kosmicznej i środkiem rozpoznawczym operującym w tej przestrzeni. Środowisko to ze względu na swoje właściwości wynikające z braku naturalnych przeszkód (przestrzeń powietrzna) oraz polityczno-administracyjnych granic (przestrzeń kosmiczna) będzie oferowało idealne warunki do realizacji zadań rozpoznawczych.

Jak dowodzą doświadczenia ostatnich dwóch dekad, to właśnie siły powietrzne staną się najważniejszym instrumentem osiągnięcia przewagi informacyjnej. Siły powietrzne już dziś, w porównaniu z innymi rodzajami sił zbrojnych, dysponują największą liczbą statków powietrznych do prowadzenia obserwacji i rozpoznania powietrznego. Te statki powietrzne mają szereg specyficznych właściwości oraz nieporównywalne z innymi rodzajami rozpoznania możliwości manewrowe, przestrzenne i czasowe. W niedalekiej przyszłości siły powietrzne staną się również odpowiedzialne za wykorzystanie przestrzeni kosmicznej i realizację zadań rozpoznawczych w tej przestrzeni. Wskazują na to zapoczątkowane w końcu lat 90. zmiany struktury organizacyjnej sił zbrojnych, w tym i sił powietrznych większości liczących się militarnie państw.

W świetle przeprowadzonych studiów materiałów źródłowych można stwierdzić, że najbardziej wyraziście wymagania w stosunku do systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych zostały sformułowane w dokumentach „Joint Vision 2020” i „Air Force Vision 2020” wskazujących kierunki transformacji amerykańskich sił zbrojnych, w tym sił powietrznych do 2020 roku⁴⁰. Zgodnie z założeniami zawartymi w tych dokumentach siły powietrzne powinny być zdolne do wykrycia, lokalizacji, a w przypadku obiektów mobilnych także stałego śledzenia oraz oceny skutków uderzenia każdego obiektu przeciwnika o znaczeniu militarnym w ciągu kilkunastu minut. Siły powietrzne powinny zapewnić realizację tego cyklu we wskazanym czasie niezależnie od terenu, położenia geograficznego obiektu (rejonu), pory dnia i panujących warunków atmosferycznych. Podobne wymagania w stosunku do sił powietrznych artykułuje się również w innych liczących się państwach europejskich, takich jak: Wielka Brytania, Francja, Niemcy oraz Rosja. Sformułowanie takich wymagań wskazuje na potrzebę posiadania sprawnego systemu obserwacji i rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego) składającego się z szerokiego spektrum środków (nosicieli i urządzeń rozpoznawczych) obserwacji i rozpoznania oraz systemów dystrybucji danych.

⁴⁰ Dokument „Joint Vision 2020” powstał na bazie „Joint Vision 2010”, opublikowanego w czerwcu 1996 roku przez kolegium szefów sztabu amerykańskich sił zbrojnych. Jego zasadniczym celem było nadanie ram i opracowanie szablonu działania ułatwiającego adaptację i wdrożenie do sił zbrojnych technologii sieciowych i związanej z nią idei wojny sieciocentrycznej. Idea ta, dzięki możliwości znacznie szybszego, wielokierunkowego przesyłu informacji, stała się centralnym punktem nowej strategii amerykańskich sił zbrojnych. Założenia zawarte w dokumencie, na skutek szybkiego postępu technologicznego w dziedzinie telekomunikacji i informatyki, szybko jednak straciły na aktualności i przestały odpowiadać istniejącej rzeczywistości. Rozwinięcie założeń przyjętych w „Joint Vision 2010”, po uwzględnieniu nowych możliwości technologicznych oraz nowych uwarunkowań polityczno-militarnych, znalazło odzwierciedlenie w opublikowanej w połowie 1997 roku koncepcji przyszłych operacji „Concept for Future Operations”, a następnie w obowiązującym do dzisiaj dokumencie „Joint Vision 2020”.

Powyższa analiza wskazuje również na szerokie spektrum obiektów stanowiących potencjalny przedmiot obserwacji i rozpoznania z powietrza. Będą to obiekty o różnym charakterze, sygnaturze cieplnej i elektronicznej i o różnych właściwościach odbijania fali elektromagnetycznej. Pierwszą kategorię będą tworzyły obiekty stałe o ustalonych współrzędnych, takie jak: bazy lotnicze i ich infrastruktura, porty, składy i magazyny uzbrojenia oraz materiałów pędnych, centra telekomunikacyjne, węzły drogowe i mosty, elementy systemu dowodzenia, zakłady przemysłowe, laboratoria, poligony doświadczalne, a także obiekty o charakterze cywilnym, takie jak: radiowo-telewizyjne stacje przekaźnikowe, elektrownie, wodociągi itd. Drugą kategorię mogą tworzyć obiekty mobilne o zróżnicowanej charakterystyce militarnej, trudne do wykrycia i oceny. Pierwszą grupę w tej kategorii obiektów stanowić mogą obiekty o jednoznacznej charakterystyce militarnej, takie jak: czołgi, wozy bojowe, artyleria, statki powietrzne na lotniskach i lądowiskach, wyrzutnie raketowe, umocnione i nieumocnione stanowiska obrony przeciwlotniczej i ciężkiego uzbrojenia, mobilne stanowiska dowodzenia oraz transporty kolejowe, drogowe i wodne. Drugą grupę mogą natomiast stanowić obiekty o niejednoznacznej charakterystyce militarnej, takie jak: zamaskowane i rozproszone siły przeciwnika i systemy uzbrojenia stwarzające jedynie chwilowe (czasowo ograniczone) okazje do ich wykrycia, obiekty pozorne i stanowiska dowodzenia w terenie zurbanizowanym, a nawet kolumny transportowe i kolumny uchodźców, a także pojedyncze pojazdy.

Ostatnią kategorię obiektów stanowić mogą źródła emisji elektromagnetycznej, takie jak: systemy kontroli przestrzeni powietrznej, identyfikacji, śledzenia i kontroli ognia, a także naziemne elementy systemów nawigacyjnych oraz systemów transmisji danych itd. Z punktu widzenia systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych będą to zatem obiekty wymagające jedynie jednorazowego wykrycia, obiekty wymagające okresowej obserwacji (z określoną częstotliwością), a także obiekty wymagające ciągłej obserwacji. Ponadto, ze względu na ich charakter, możliwość maskowania, a także właściwości promieniowania cieplnego i elektromagnetycznego, wymagać będą one wykorzystywania specyficznych urządzeń rozpoznawczych.

Wśród nosicieli urządzeń rozpoznawczych coraz większą rolę we wsparciu informacyjnym walki zbrojnej odgrywają systemy bazowania kosmicznego. Dostrzegając rosnącą rolę systemów satelitarnych we wsparciu informacyjnym w walki zbrojnej na perspektywnym polu walki, w Stanach Zjednoczonych, Rosji, a także w innych liczących się państwach podjęto programy ukierunkowane na unowocześnienie systemu rozpoznania kosmicznego. Orbitalne środki obserwacji i rozpoznania obejmują i będą obejmowały kolejne generacje satelitów podsystemu rozpoznania optoelektronicznego (np. KH-12⁴¹ i KH-13, Helios I), radarowego (np. Lacrosse, Cosmo SKYMED) oraz elektronicznego (np. Ferryt, Vortex, Orion). Wyposażone w szerokie spektrum urządzeń rozpoznawczych umożliwiają prowadze-

⁴¹ Satelity typu KH-12 znane są również pod nazwą Advanced Kennan jako nawiązane do nazwy poprzedniej generacji satelitów rozpoznawczych typu KH-11 Kennan lub Improved Cristal.

nie obserwacji i rozpoznania różnego rodzaju obiektów, w tym także zamaskowanych i ukrytych, w zakresie światła widzialnego, podczerwieni oraz fal radiowych z rozdzielczością nawet rzędu 10–15 cm, niezależnie od warunków atmosferycznych⁴². Zdobyte dane transmitowane są w czasie rzeczywistym do naziemnego stanowiska dowodzenia. Część z satelitów wyposażona jest również w urządzenia umożliwiające tworzenie cyfrowych map i modeli rozpoznawanego terenu na potrzeby programowania systemów nawigacyjnych lub tras lotu pocisków samosterujących.

Przewidywane na najbliższe lata zmiany w systemach satelitarnych będą miały przede wszystkim charakter jakościowy w odniesieniu do rozdzielczości, czułości oraz szybkości transmisji danych. Przewiduje się, że nowe systemy wyeliminują również istniejące obecnie niedoskonałości w zakresie ciągłości prowadzonej obserwacji. Mają one bowiem zapewnić, jeżeli nie stałą obserwację pożądanego rejonu lub obiektu, to co najmniej znacznie zwiększoną częstotliwość odświeżania przesyłanych danych, tak aby uniemożliwić przeciwnikowi niezauważoną zmianę miejsca.

Biorąc pod uwagę plany rozwoju systemów obserwacji i rozpoznania powietrzno-kosmicznego, można założyć, że najbardziej zaawansowanymi systemami bazowania kosmicznego będą w przewidywalnej przyszłości dysponowały siły powietrzne USA. Już w 2000 roku amerykańskie siły powietrzne przystąpiły bowiem do nowego programu pod nazwą „Space Based Radar” (SBR). Celem tego programu, bazującego na doświadczeniach zebranych podczas realizacji przerwane-go wcześniej programu „Discoverer II”, jest wprowadzenie na orbity okołoziemskie 20–25 małych satelitów rozpoznawczych wyposażonych w kolejne generacje stacji radiolokacyjnych obserwacji bocznej⁴³. Zgodnie z opracowanymi wymaganiami system ten, po osiągnięciu zdolności operacyjnej do końca 2015 roku, ma umożliwiać dostarczanie danych rozpoznawczych nie tylko władzom politycznym, dowództwom i sztabom wojsk operacyjnych, ale także bezpośrednio na pokład samolotów i wozów bojowych oraz pokłady okrętów bojowych. Funkcjonując na podobnych zasadach jak system nawigacji satelitarnej GPS, nowy system ma zapewnić wykrycie, a następnie ciągłe śledzenie zarówno stałych, jak i mobilnych obiektów rozmieszczonych w dowolnym miejscu na kuli ziemskiej, niezależnie od pory doby i warunków atmosferycznych.

Obecnie w ramach programu „Warfighter – 1” trwa również proces wynoszenia na orbitę nowej generacji amerykańskich satelitów rozpoznawczych umożliwiających jednoczesne prowadzenie multi- i hiperspektralnego rozpoznania kosmicznego. Zastosowana technologia – dzięki jednoczesnemu skanowaniu pożądanego obiektu lub rejonu w 100–250 osobno rejestrowanych pasmach widma elektromagnetycznego – umożliwi wykrycie i zidentyfikowanie osób, obiektów naziemnych

⁴² G. Nowacki, *Kosmiczne systemy wsparcia informacyjnego Stanów Zjednoczonych i Federacji Rosyjskiej*, „Przegląd WLiOP” 2003, nr 12, s. 54.

⁴³ J. Tirpak, *The Space Based Radar Plan*, „Air Force Magazin” August 2002, vol. 85.

oraz pojazdów i wyposażenia, które ze względu na maskowanie i ukrycie nie mogłyby być rozpoznane przez inne satelity.

Równie głębokiej transformacji ulegnie w najbliższej przyszłości system rozpoznania i obserwacji powietrznej. Transformacja ta będzie obejmowała zarówno wdrożenie nowych, jak i modernizację istniejących już załogowych i bezzałogowych systemów w celu dostosowania ich do potrzeb i uwarunkowań przyszłego sieciocentrycznego pola walki. Jego zasadniczym elementem w przewidywalnej perspektywie staną się wielofunkcyjne samoloty (śmigłowce) obserwacji pola walki i dowodzenia. Budowane w ramach programów narodowych amerykańskie samoloty E-10A, brytyjski system ASTOR, francuski Horizon i włoski Cresto czy powstający obecnie w ramach programu NATO system AGS będą spełniały na perspektywnym polu walki nie tylko rolę systemów rozpoznania obszarowego. Będą też wykorzystywane jako latające, wysunięte stanowiska dowodzenia szczebla operacyjnego i taktycznego oraz centralny interfejs systemu dystrybucji informacji w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Samoloty te będą stanowiły również swoisty łącznik pomiędzy odrębnymi obecnie systemami rozpoznania i obserwacji sił powietrznych i sił lądowych.

Niewątpliwie najbardziej rozwiniętą technologicznie konstrukcją tego rodzaju środków obserwacji i rozpoznania, która pojawi się na przyszłym polu walki, będzie samolot E-10A (lub MC2A – Multisensor Command and Control Aircraft). Samolot ten w perspektywie czasowej 10–15 lat przejmie zadania realizowane przez samoloty tzw. triady elektronicznej stanowiących obecnie trzon systemu rozpoznania powietrznego amerykańskich sił powietrznych, czyli E-8 JSTARS, E-3 AWACS i RC-135 Rivet Joint. System ten będzie także centralnym węzłem łączącym środki rozpoznania satelitarnego, bezzałogowe samoloty rozpoznawcze i inne systemy rozpoznania powietrznego, samoloty uderzeniowe, a także naziemne elementy systemu dowodzenia⁴⁴. Do swych pełnych możliwości operacyjnych nowy system dochodził będzie jednak drogą stopniowego rozszerzania możliwości przenoszonej aparatury rozpoznawczej i systemów pokładowych. Obecnie, dzięki zainstalowaniu na pokładzie samolotu nowoczesnego radaru obserwacji bocznej, stanowiącego kolejną generację tych urządzeń, zwiększona została, w stosunku do samolotów E-8, zdolność systemu do wykrywania i identyfikacji obiektów zamaskowanych i ukrytych pod naturalną roślinnością oraz wskazywania celów małowymiarowych, mobilnych i łatwych do zamaskowania. W latach 2010–2015 przewiduje się rozszerzenie możliwości samolotu o funkcję wczesnego wykrywania i ostrzegania. Natomiast w końcowym etapie osiągania pełnych możliwości rozpoznawczych, tj. w latach 2015–2020, samolot zostanie wyposażony w urządzenia do prowadzenia rozpoznania elektronicznego.

Obok pokładowych urządzeń rozpoznawczych zasadniczym elementem wyposażenia tego typu samolotów będzie również podsystem zarządzania polem walki, dowodzenia, kontroli i rozpoznania BMC4I (Battle Management Command, Con-

⁴⁴ G.F. Perryman, *Shortening the decision cycle*, „Intelligence & Reconnaissance Journal” 2003, s. 33.

rol, Communications, Computers and Intelligence) umożliwiającą pełną integrację i ciągłą wymianę informacji zarówno w relacjach poziomych z innymi statkami powietrznymi, jak i w pionie, z naziemnymi elementami dowodzenia⁴⁵. Miejsce wielofunkcyjnych samolotów obserwacji pola walki i dowodzenia w systemie rozpoznania powietrzno-kosmicznego na przykładzie samolotu A-10 przedstawiono na rys. 9.



Źródło: opracowano na podstawie: ISR, „Defender on National Defense Technologies” 1/2003, s. 5.

Rys. 9. System rozpoznania powietrzno-kosmicznego

Zadaniem podsystemu BMC4I będzie również ujednoczenie różnorodnych formatów otrzymywanych danych pochodzących z wielu źródeł informacji (urządzeń rozpoznawczych) i ich zobrazowanie w formie jednolitego obrazu pola walki⁴⁶.

Na podstawie doświadczeń z użycia bezzałogowych samolotów rozpoznawczych we współczesnych konfliktach zbrojnych można założyć, że najistotniejszym źródłem danych dla wielofunkcyjnych samolotów obserwacji pola walki i dowodzenia będą bezzałogowe samoloty rozpoznawcze sił powietrznych. W większości państw uznano je bowiem już teraz za najbardziej perspektywiczny środek rozpoznania powietrznego w warunkach sieciocentrycznego pola walki.

Przekonanie o znaczeniu tych środków w systemie obserwacji i rozpoznania znalazło odzwierciedlenie w sukcesywnym nasycaniu struktur organizacyjnych sił powietrznych bezzałogowymi samolotami rozpoznawczymi typu MALE (Medium Altitude Long Endurance – średnia wysokość i duża długotrwałość lotu), np. RQ-1 Predator, EADS Eagle II przeznaczenia taktycznego, oraz typu HALE (High Altitude Long Endurance – duża wysokość i duża długotrwałość lotu), np. RQ-4 Global Hawk przeznaczenia operacyjnego.

⁴⁵ *The all – seeing ale above*, „Jane's International Defense Review” 2002, s. 48.

⁴⁶ K. Załęski, D. Kołasiński, *Światowe tendencje w rozpoznaniu – platforma rozpoznawcza MC2A*, „Przegląd WLiOP” 2003, nr 8, s. 53.

Analiza wskazanych tendencji rozwojowych wskazuje, że bezzałogowe samoloty rozpoznawcze pozostaną nadal priorytetowymi programami sił powietrznych większości państw i w przewidywalnej perspektywie czasowej w zasadniczy sposób będą decydowały o możliwościach systemu rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego). Wprowadzenie do wyposażenia sił powietrznych tych aparatów pozwoli bowiem na wyeliminowanie istniejących obecnie ograniczeń dotyczących przede wszystkim długości lotu, a wynikających z możliwości fizjologicznych załogi oraz zagrożenia bezpieczeństwa załóg. Wyeliminowana zostanie również konieczność angażowania zespołów poszukiwawczo-ratowniczych w przypadku katastrofy lub zestrzelenia bezzałogowego aparatu latającego.

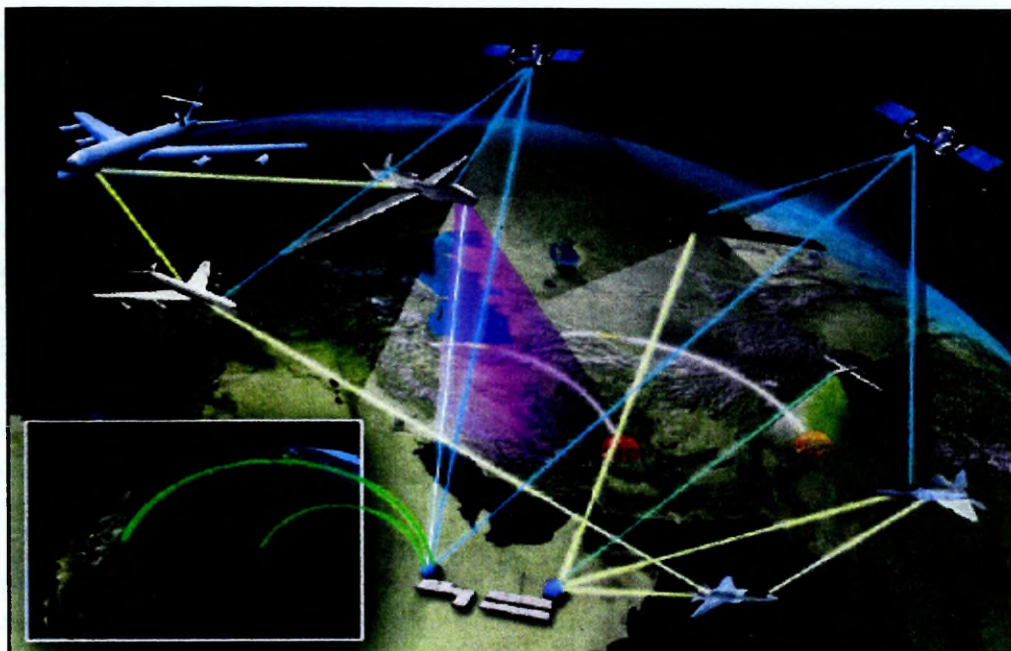
W świetle przeprowadzonych badań można stwierdzić, że zgodnie z zarysowanymi tendencjami wynikającymi z potrzeb sieciocentrycznego pola walki wszystkie środki rozpoznania i obserwacji powietrzno-kosmicznej zostaną zintegrowane w jednym systemie. Zintegrowanie w jednolity „system systemów” pozwoli na prowadzenie ciągłego, systemowego rozpoznania na globalną skalę (regionalną lub ograniczoną do pola walki), we wszystkich warunkach atmosferycznych oraz wielokierunkową wymianę informacji. Tak zintegrowany system rozpoznania i obserwacji powietrzno-kosmicznej zostanie następnie włączony do systemu dowodzenia, tworząc jednolity system C4ISR (Command, Control, Communications and Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance System) oraz z systemem zarządzania walką BMC3 (Battle Management Command, Control and Communications)⁴⁷. W konsekwencji, potencjalny odbiorca danych niezależnie od rodzaju sił zbrojnych, szczebla dowodzenia i miejsca prowadzenia walki będzie miał dostęp do informacji pochodzących z wielu źródeł. Ideę horyzontalnej integracji załogowych i bezzałogowych środków rozpoznania powietrzno-kosmicznego na perspektywnym polu walki przedstawiono na rys. 10.

Reasumując, nowe środowisko strategiczno-militarne, charakteryzujące się ciągłym występowaniem zmiennych i niestabilnych sytuacji politycznych oraz nieokreślonych zagrożeń militarnych będzie stawiało przed systemem rozpoznania powietrznego zupełnie nowe wymagania.

Istotną tendencją jest również dążenie do zastępowania dotychczasowego rozpoznania stałą, 24-godzinną obserwacją na globalną skalę lub ograniczoną do pożądanego rejonu lub obiektu z przekazem zdobytych danych w czasie rzeczywistym⁴⁸.

⁴⁷ P. Engelmann, *Introduction to Space Systems of the US Air Force*, wykład przeprowadzony 19 marca 2002 roku w Akademii Dowodzenia Bundeswehry w ramach seminarium nt. *Militarne wykorzystanie przestrzeni kosmicznej*.

⁴⁸ J. Morehouse, *Time Critical Targeting*, Headquarters US Air Force, Langley 2007.



Rys. 10. Idea horyzontalnej integracji załogowych i bezzałogowych środków rozpoznania powietrzno-kosmicznego

Postępująca komputeryzacja, w połączeniu z ciągłym doskonaleniem systemów łączności, radiolokacji i innych urządzeń radioelektronicznych, decyduje już dziś o nowych kierunkach rozwoju systemu rozpoznania. Takim kierunkiem jest na przykład dążenie do stworzenia w perspektywie 10–15 lat globalnego, otwartego systemu rozpoznawczo-uderzeniowego. Podsystem rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego) stanowiący zasadniczy element tego systemu będzie się składał z systemów rozpoznania bazowania kosmicznego, a w wymiarze powietrznym z wielofunkcyjnych samolotów rozpoznania pola walki i dowodzenia oraz bezzałogowych samolotów rozpoznawczych. Załogowe samoloty rozpoznawcze (samoloty bojowe realizujące misje rozpoznawcze) będą stanowiły jedynie uzupełnienie tak zbudowanego systemu rozpoznania powietrznego sił powietrznych.

Dzięki nowym systemom telekomunikacji cykl zdobywania danych o przeciwniku, terenie i następnie ich analiza, ocena położenia wojsk własnych oraz sytuacji bojowej, podjęcie decyzji i przekazanie ich wykonawcom odbywać się będzie na bieżąco lub tylko z nielicznymi opóźnieniami w stosunku do rzeczywistości.

Rozpoznanie powietrzne uważane jest za zasadniczy, a przy tym najbardziej operatywny element ogólnego systemu rozpoznania i obserwacji na potrzeby wojsk. Jest ono realizowane na zapotrzebowanie wszystkich rodzajów sił zbrojnych, a jego podstawowym celem jest dostarczanie informacji o siłach i środkach przeciwnika (ugrupowanie), spodziewanym czasie i kierunkach planowanych przez niego działań (zamiary), jak również o terenie i warunkach meteorologicznych (warunki). Rozpoznanie powietrzne musi sprostać wielu wymaganiom.

Zasadniczym zadaniem rozpoznania powietrznego jest tworzenie i dystrybucja do zainteresowanych aktualnego i pełnego obrazu sytuacji operacyjno-taktycznej, zdobywanie aktualnych informacji o obiektach działań oraz ocena rezultatów działań bojowych na określonym obszarze (TDW).

Rozpoznanie powietrzne realizowane jest przez odpowiednio wyposażone do tego celu samoloty, śmigłowce oraz bezzałogowe samoloty rozpoznawcze, posiadające komplementarne względem siebie charakterystyki sensorów i urządzeń transmisji danych rozpoznawczych.

Załogowe środki rozpoznania i obserwacji powietrznej są najbardziej mobilnym i efektywnym środkiem rozpoznania i obserwacji, zdolnym do szybkiej reakcji na zaistniałe potrzeby informacyjne. Ważną cechą tych środków jest elastyczność, pozwalająca im na dopasowanie się do często zmieniających się warunków, a także zweryfikowanie (zmianę) celu misji rozpoznawczej już w trakcie jej trwania. Obecnie wykorzystywane załogowe środki rozpoznania i obserwacji powietrznej mogą w tym samym czasie rozpoznawać lub obserwować dużą powierzchnię (dużą liczbę obiektów), a także zwielokrotnić informację poprzez wykorzystywanie szerokiego zakresu sensorów. Część załogowych środków rozpoznania i obserwacji powietrznej posiada także wspólne połączenia wymiany danych pomiędzy samolotem i stacjami naziemnymi, pozwalającymi im na wysyłanie zdobytych informacji w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego.

Bezzałogowe statki powietrzne, podobnie jak środki załogowe, mają zarówno pozytywne, jak i negatywne cechy. Największą zaletą jest to, iż nie posiadają załogi na pokładzie, co w konsekwencji minimalizuje ryzyko strat. Posiadając relatywnie niskie tło radarowe, minimalizują możliwość wykrycia przez środki kontroli przestrzeni powietrznej przeciwnika. Bezzałogowe środki obserwacji i rozpoznania mogą być skonfigurowane z użyciem szerokiego zakresu sensorów i typów rozpoznania, włączając w to rozpoznanie łączności, poszukiwanie i ratownictwo, rozpoznanie w podczerwieni i rozpoznanie elektroniczne, wielowidmowe obrazowanie, a także obrazowanie wideo w czasie rzeczywistym.

Powietrzne systemy rozpoznania radiolokacyjnego dzielą się na trzy zasadnicze grupy. Pierwsza obejmuje radiolokacyjne systemy rozpoznawcze i rozpoznawczo-uderzeniowe z powietrznymi elementami zainstalowanymi na dużych samolotach wsparcia działań powietrznych. Druga grupa środków to radiolokacyjne systemy samolotów myśliwskich i uderzeniowych służące do indywidualnego wykrywania, identyfikowania i ewentualnego atakowania obiektów powietrznych, lądowych i morskich. Te systemy radarowe posiadają funkcję przesyłania dysponowanej informacji do wytypowanych odbiorców. Trzecią grupę tworzą systemy radiolokacyjne zainstalowane na pokładach bezzałogowych statków powietrznych (samolotów i śmigłowców), które wykonują zadania rozpoznawcze na korzyść sił powietrznych, lądowych i marynarki wojennej, w skali taktycznej i operacyjno-strategicznej.

Pod względem funkcjonalnym systemy rozpoznania radiolokacyjnego dzielą się na przeznaczone wyłącznie do obserwacji i rozpoznania oraz na systemy, które łączą zadania rozpoznania z dowodzeniem, naprowadzaniem lub wskazywaniem

celów w powietrzu albo na powierzchni. W skład szeroko rozumianych działań rozpoznania prowadzonych przez lotnictwo wchodzi dwa podstawowe ogólne zadania: rozpoznanie powietrzne i obserwacja powietrzna.

Rozpoznanie powietrzne jest definiowane w sojuszniczej doktrynie użycia sił powietrznych jako zdobywanie informacji o znaczeniu rozpoznawczym poprzez obserwację wzrokową lub zastosowanie technicznych środków rozpoznania z powietrza⁴⁹. Celem rozpoznania powietrznego jest zdobywanie informacji o położeniu, stanie, ugrupowaniu, składzie, działaniach i ruchu potencjalnie wrogich sił oraz udział w ocenie rezultatów działań sił własnych.

Prowadzenie operacji powietrznych nie byłoby możliwe bez systemu powietrznych środków wczesnego ostrzegania oraz kierowania działaniami lotnictwa sił powietrznych i wojsk lądowych, opartego na dwóch wzajemnie uzupełniających się powietrznych podsystemach:

- Airborne Warning and Control System – AWACS, którego działania ukierunkowane są na zdobywanie uprzedzającej informacji o przeciwniku powietrznym (w przestrzeni powietrznej) na dużych odległościach, w całym przedziale wysokości, a także na prowadzeniu rozpoznania radiolokacyjnego i określaniu aktywności lotniczych środków OP przeciwnika,

- Joint Surveillance and Target Attack Radar System – JSTARS, który jest przeznaczony do wykrywania, lokalizacji oraz identyfikacji i śledzenia obiektów naziemnych (w ograniczonym zakresie samolotów i śmigłowców), a także do kierowania lotnictwem bojowym i innymi środkami rażenia.

Zarówno samoloty AWACS i JSTARS, jak też powietrzne stanowiska dowodzenia i kierowania działaniami bojowymi na polu walki (Airborne Battlefield Command and Control Centre – ABCCC), poza rozpoznaniem powietrznym, planowane są do realizacji zadań dowodzenia i naprowadzania. Do zapewnienia tych funkcji wyposażane są w duże radary pokładowe o znacznych możliwościach w zakresie głębokości i dokładności rozpoznania. Doskonalenie tych systemów oraz budowa nowych wyznacza kierunki rozwoju tych systemów w perspektywie najbliższych dwudziestu lat.

Samoloty systemu AWACS (fot. 1), w zależności od rozmachu połączonych działań powietrznych, a także złożoności sytuacji operacyjno-taktycznej, będą wspierać jednocześnie działania aktywnych środków walki zintegrowanej obrony powietrznej, działania lotnictwa biorącego udział w ofensywnej walce z potencjałem powietrznym i lądowym (morskim) przeciwnika, jak również pozostałe samoloty lotnictwa wsparcia (samoloty walki elektromagnetycznej, tankowania powietrznego czy też bojowego poszukiwania i ratownictwa). Zatem mogą być wykorzystane do

⁴⁹ W świetle zapisów analizowanego dokumentu obserwacja powietrzna rozumiana jest jako systematyczna, wzrokowa lub przy użyciu technicznych środków rozpoznania, obserwacja powierzchni i/lub przestrzeni powietrznej prowadzona przede wszystkim w celu wykrywania zachodzących na niej zmian, identyfikacji i śledzenia wojsk, statków powietrznych i pocisków rakietowych oraz prognozowania ich ruchu w przestrzeni pozostającej pod obserwacją. *AJP-3.3 Joint Air & Space Operations Doctrine*, wyd. cyt., pkt 410.1 b i c.

dowodzenia lotnictwem myśliwskim, wykonującym zadania wymiatania lub towarzyszenia, przez bezpośrednie naprowadzanie na wykryte cele powietrzne. Ponadto lotnictwo uderzeniowe będzie otrzymywać informacje o sytuacji powietrznej (np. o położeniu w stosunku do ustalonych punktów odniesienia w terenie – Bull's Eye Points).



Źródło: <http://www.combataircraft.com/special.asp>

Fot. 1. Samolot systemu wczesnego wykrywania i dowodzenia AWACS

E-3 AWACS jest uniwersalnym, odpornym na zakłócenia powietrznym stanowiskiem rozpoznania radiolokacyjnego oraz dowodzenia. Strefy dyżurowania samolotów AWACS wyznacza się nad własnym terytorium, z reguły w odległości od 100 do 250 km od FLOT⁵⁰, a ich położenie każdorazowo określone jest w rozkazie o kontroli powietrznej. Uwzględniając parametry radaru, pozwala to na wykrywanie obiektów powietrznych przeciwnika, wykonujących lot na bardzo małej wysokości, na odległości ok. 400 km w głąb ugrupowania bojowego przeciwnika, a samoloty wykonujące lot na dużych i średnich wysokościach wykrywane są w odległości do 550 km.

System JSTARS (fot. 2) jest przeznaczony do wsparcia działań lotnictwa uderzeniowego, realizującego zadania na korzyść wojsk lądowych (bezpośredniego wsparcia lotniczego oraz izolacji lotniczej). System ten uważany jest za uzupełnienie systemu AWACS, gdyż jest w stanie wykrywać również samoloty wykonujące loty na małej wysokości i z niewielką prędkością. Ponadto umożliwia on radiolokacyjne wykrywanie, klasyfikację i śledzenie wojsk pancernych (zmechanizowanych) na całej głębokości operacyjnego ugrupowania wojsk przeciwnika 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 (system rozpoznawczo-uderzeniowy).

⁵⁰ FLOT – Forward Line of Own Troops – linia styczności bojowej wojsk.



Źródło: <http://www.combataircraft.com/special.asp>.

Fot. 2. Samolot E-8C systemu JSTARS

System JSTARS posiada możliwości wykrywania, klasyfikacji i śledzenia sił i środków przeciwnika na całej głębokości operacyjno-taktycznego ugrupowania wojsk przeciwnika, w pasie jednego–dwóch korpusów oraz nadzorowania działań własnych wojsk w rozpoznawanym terenie. Ustalone koordynaty ruchomych i nieruchomych celów są przekazywane wojskom własnym w celu prowadzenia skutecznego ognia, którego wykonawcą może być lotnictwo, artyleria klasyczna i raketowa, wojska pancerne i inne środki ogniowe. System ten koordynuje prowadzenie ognia w jednym czasie przez różne środki, z różnych kierunków w zależności od sytuacji na polu walki. Zasadniczym sposobem działań samolotów systemu JSTARS jest dyżurowanie w strefie rozmieszczonej w głębi własnego ugrupowania bojowego.

W zależności od sytuacji operacyjno-taktycznej, potrzeb informacyjnych, a także radiolokacyjnych właściwości terenu strefę dyżurowania samolotów systemu JSTARS rozmieszcza się w odległości ok. 100 km od linii styczności bojowej wojsk, w której wykonuje się loty na wysokości od 10 000 do 12 000 m. Samoloty systemu JSTARS osłaniane są przez samoloty myśliwskie realizujące zadania w ogólnym systemie obrony powietrznej. Jednak w złożonej sytuacji powietrznej do osłony samolotów JSTARS mogą zostać wydzielone dodatkowe samoloty myśliwskie osłony bezpośredniej.

Przekazywanie informacji z pokładu samolotu systemu JSTARS do własnych oddziałów odbywa się za pośrednictwem kodowanych łączy cyfrowych i komunikacji głosowej. Dane otrzymane za pośrednictwem radarów samolotów przesyłane są 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 tych stacji do samolotu systemu JSTARS w celu uaktualniania informacji.

Wymienione systemy będą modernizowane i doskonalone w przyszłości. Celem modernizacji będzie zwiększenie zasięgu i skuteczności działania oraz odporności na przeciwdziałanie i zakłócenia. Będą one wykorzystywane przez wiele kolejnych dekad. Kierunki rozwoju powietrznych systemów obserwacji przestrzeni powietrznej i rozpoznania wyznaczają prace nad nowymi rozwiązaniami w tym zakresie. Takim systemem jest europejski system AGS Core, który stanowić będzie podstawę przyszłego systemu obrony przeciwrakietowej oraz jednolicie zdefiniowanego systemu kontroli przestrzeni powietrznej. Do pozyskiwania danych rozpoznawczych o obiektach powietrznych wykorzystuje on powietrzne urządzenia radiolokacyjne instalowane na samolotach i bezzałogowych statkach powietrznych⁵¹. Wprowadzenie systemu AGS Core do użytku wyznacza przyszłe, nowe standardy w zakresie rozpoznania radiolokacyjnego.

Najbardziej zaawansowanymi elementami radiolokacyjnego rozpoznania w tym systemie są systemy radarowe zamontowane na samolotach Airbus A321 (fot. 3) oraz strategicznych bezzałogowych aparatach latających (HALE UAV) Northrop Grumman/EADS EuroHawk, czyli zeuropeizowanej odmiany amerykańskiego RQ-4A Global Hawk. Przewiduje się, że w skład systemu opartego na tych środkach wchodzić będzie 4–8 samolotów Airbus A321 oraz 4–7 strategicznych bezzałogowych aparatów latających.

Oba typy statków powietrznych mają być specjalnie zmodyfikowane i przystosowane do roli nośnika powstającego w Europie i w USA nowego modułowego radaru Transatlantic Cooperative AGS Radar (TCAR)⁵². Radar z syntetyczną projekcją obrazu będzie mógł wykrywać i śledzić obiekty naziemne do odległości 250 km, powietrzne do 350 km na każdej wysokości.

Środki rozpoznania radiolokacyjnego będą też przenoszone przez wyspecjalizowane załogowe i bezzałogowe rozpoznawcze statki powietrzne oraz statki powietrzne o innym niż rozpoznawcze zasadniczym przeznaczeniu bojowym. Mogą nimi być:

⁵¹ Zgodnie z planami Sojuszu, AGS Core System powinien osiągnąć wstępną gotowość operacyjną (z dwoma platformami lotniczymi opartymi na samolotach A321 i dwoma na bezzałogowych aparatach latających Global Hawk) w grudniu 2010 roku, zaś dostawy sprzętu latającego powinny zakończyć się w maju lub czerwcu 2013 roku. W tym też czasie system powinien osiągnąć pełną gotowość bojową. Jego uzupełnieniem w systemie narodowym mogą być platformy powietrzne: udoskonalone Bryzy i odrzutowce F-16, wyposażone w radar AN/APG-68 z modulem SAR.

⁵² G. Hołdanowicz, NATO AGS A.D. 2004 = TIPS, „Raport” 2004, nr 5.



Źródło: <http://www.globalscurity.org/military/world/europe/a321-ags.htm>.

Fot. 3. Antena nowego systemu radarowego na samolocie Airbus A321

- wyspecjalizowane samoloty i śmigłowce radiolokacyjnej obserwacji przestrzeni powietrznej,
- wyspecjalizowane samoloty i śmigłowce radiolokacyjnego rozpoznania lądowego i morskiego środowiska walki,
 - rozpoznawcze wersje samolotów uderzeniowych,
 - samoloty uderzeniowe przenoszące zasobniki rozpoznawcze,
 - bezzałogowe statki powietrzne i śmigłowce rozpoznawcze.

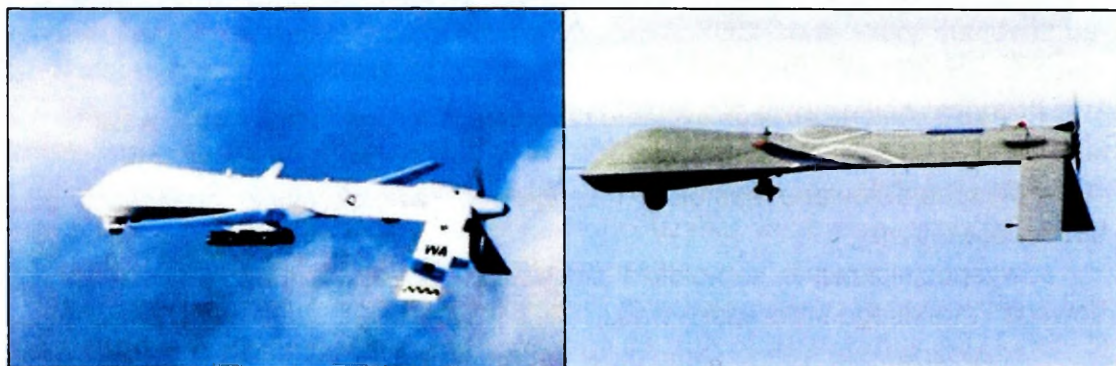
Rozpoznanie radiolokacyjne prowadzone przez lotnictwo powinno zapewniać możliwość realizacji zadań rozpoznawczych z bezpiecznych odległości w stosunku do rozpoznawanych obiektów oraz od ich obrony przeciwlotniczej. Studia materiałów źródłowych wskazują jednak, że rozdzielczość obrazu uzyskiwanego dzięki rozpoznaniu radiolokacyjnemu jest niższa niż danych z rozpoznania fotograficznego, elektrooptycznego czy prowadzonego w podczerwieni, co może ograniczyć możliwość wykorzystania uzyskiwanej w ten sposób informacji rozpoznawczej⁵³. Wykorzystywanie stacji radiolokacyjnych z aparaturą posiadającą funkcję syntetycznego zobrazowania (Syntetic Apperture Radar – SAR) pozwala na prowadzenie rozpoznania powietrznego obserwowanego terenu (obiektu) niemal w każdych warunkach atmosferycznych. Istotną zaletą wykorzystania stacji radiolokacyjnych jest – co potwierdzają doświadczenia z ostatnich operacji powietrznych – to, że rozpoznanie radiolokacyjne może być prowadzone na obszarze kilkuset tysięcy kilometrów kwadratowych w trakcie jednego lotu rozpoznawczego, ale wiąże się to z dokładnością uzyskiwanej informacji. Przy obecnie dostępnej technologii rozpo-

⁵³ Tamże.

znane radiolokacyjne pozwala przede wszystkim uzyskiwać ogólne informacje o ruchach wojsk dzięki stosowaniu wskaźników (identyfikatorów) celów ruchomych (Moving Target Indicators – MTI).

Tendencje rozwojowe w lotnictwie jednoznacznie wskazują, że coraz szersze zastosowanie i większe znaczenie mają i będą miały bezzałogowe aparaty latające. Nośnikiem najbardziej zaawansowanych technologii rozpoznawczych jest taktyczny system rozpoznania ze średnich wysokości RQ-1 Predator.

RQ-1 Predator (fot. 4) jest samolotem bezzałogowym zaprojektowanym do wykonywania długotrwałych zadań ze średniej wysokości. Przeznaczony jest do rozpoznania radiolokacyjnego i elektronicznego, obserwacji i wskazywania celów oraz kontroli rezultatów uderzeń. Służy do wykrywania celów w trudnym terenie, tam gdzie zawodzą satelity szpiegowskie, np. przy namierzaniu zamaskowanych obiektów. Używany jest do zadań, podczas których występuje zagrożenie dla życia pilota, np. loty nad terenami biologicznie lub chemicznie skażonymi.



Źródło: <http://www.fas.org/irp/program/collect/outrider.htm>.

Fot. 4. Taktyczny statek bezzałogowy RQ-1A Predator

Omawiana konstrukcja to ośmiometrowy samolot bez załogi o wadze 1 tony, gotowy do przebywania w powietrzu przez 40 godzin. Wyposażony jest 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.

Kompletny system składa się z 3–4 bezzałogowych aparatów latających, naziemnej stacji kierowania i łączności bezpośredniej (z dwoma oddzielnymi terminalami zobrazowania optoelektronicznego i radiolokacyjnego), a także terminala łączności satelitarnej i rozdysponowania rezultatów rozpoznania – Trojan Spirit II. Zestaw może być przewożony pięcioma samolotami C-130 lub dwoma C-141 i przygotowany do działań w rejonie dyslokacji w czasie do 6 godzin⁵⁴.

System Predator był odpowiedzią na załamanie się systemów rozpoznawczych podczas konfliktu w Zatoce Perskiej. Dowódcy operacyjni (CINC i JTF) domagali

⁵⁴ „Jane's International Defense Review” 1997, nr 2.

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 BAL Predator jest kompleks Skyball (o średnicy 35,5 cm, zamontowany na stabilizowanej żyroskopowo obrotowej platformie), w skład którego wchodzi stacja termowizyjna, dwie kamery kolorowe zdjęć dziennych i dalmierz laserowy. W innym wariantcie na pokładzie Predatora instalowana może być stacja radiolokacyjna obserwacji bocznej typu TESAR (Tactical Endurance Synthetic Aperture Radar). Umożliwia ona prowadzenie rozpoznania praktycznie w każdych 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 odległość 12 km⁵⁵.

Doświadczenia nabyte podczas eksploatacji systemu JSTARS nad terenem o zróżnicowanym ukształtowaniu (szczególnie nad terenami byłej Jugosławii) uwydatniły problemy z wykryciem, śledzeniem i identyfikacją celów (występowanie cienia radiolokacyjnego, duża ilość obiektów cywilnych). W związku z tym w 1998 roku rozpoczęto próby mające na celu osiągnięcie pełnej kompatybilności i automatyzacji we wspólnym wykorzystaniu systemów JSTARS i Predator⁵⁶. Celem tych prób jest zapewnienie możliwości wzajemnego uzupełniania się systemów JSTARS i Predator, przez co zwiększy się dokładność zobrazowania pola walki. System przekazywania danych z BAL Predator jest zintegrowany z obecną architekturą C4I poprzez system komunikacji satelitarnej Trojan Spirit II (TS II).

Operacyjno-strategiczne bezzałogowe systemy radiolokacyjnego rozpoznania powietrznego reprezentuje system HAE UAV (The High Altitude Endurance UAV) tworzony przez bezzałogowe statki powietrzne Global Hawk i Dark Star oraz ich segmenty naziemne (Common Ground Segment – CGS). 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 obraz pola walki potrzebny wyższemu szczeblom dowodzenia. Z kolei CGS zapewniają współpracę pomiędzy statkami powietrznymi i elementami architektury systemu C4I. Ponadto zajmują się startem i odzyskiwaniem (LRE) oraz 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 misję uderzeniową i do kontroli

⁵⁵ W. Afinow, *Taktičieskaja i operatiwnaja biezpitatnaja razwidywatelnaja awiacija waarużonnych sił SSzA*, „Zarubieżnoje wojennoje obozrenije” 1997, nr 6.

⁵⁶ M. Kagan, *Unmanned Aerial Vehicle Relays Pictures to Airborne Radar*, „Signal” 1999, nr 5.

rezultatów uderzeń. Ponadto może prowadzić różne stałe i doraźne misje obserwacyjne.

BAL Tier II Plus Global Hawk (fot. 5), oficjalnie zwany Conventional High Altitude Endurance, jest przeznaczony do wykonywania długodystansowych misji o znaczeniu operacyjno-strategicznym. Dzięki znacznym rozmiarom oraz bogatemu wyposażeniu nawigacyjno-rozpoznawczemu spełnia rolę współczesnego samolotu rozpoznawczego U-2. Samolot startujący z bazy lotniczej położonej na terenie USA może, bez tankowania w powietrzu, osiągnąć dowolny punkt na kuli ziemskiej. Podczas lotu dane przesyłane są w czasie zbliżonym do rzeczywistego.



Źródło: <http://www.fas.org/irp/program/collec.htm>.

Fot. 5. BAL RQ-4 Global Hawk w locie

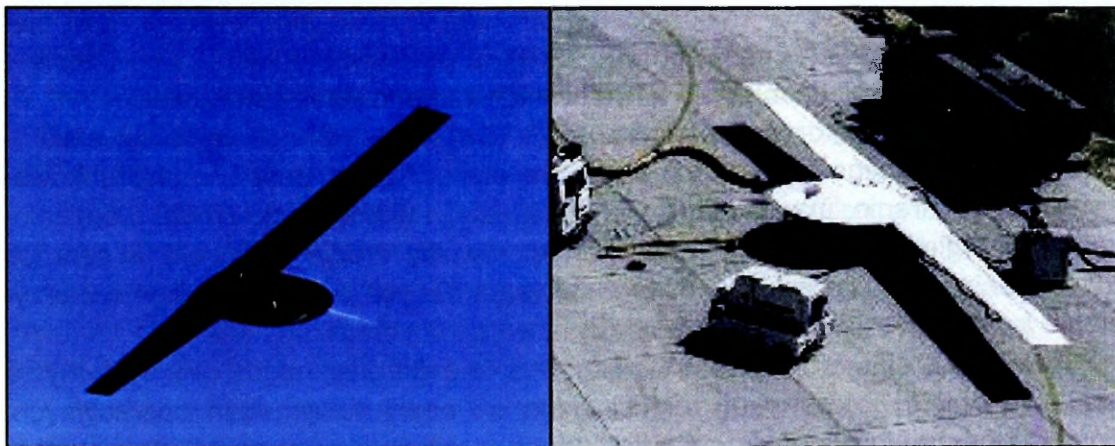
System nawigacyjny BAL Global Hawk składa się z precyzyjnego inercyjnego systemu nawigacyjnego oraz systemu satelitarnego GPS. Aparat jest wyposażony w pasywne i aktywne systemy zakłócające: odbiornik opromieniowania, układ zakłócający, wyrzutnie flar termicznych oraz holowaną pułapkę – pozorny cel. Ponadto samolot cechuje się niską wykrywalnością oraz możliwością działania na dużym pułapie operacyjnym, dzięki czemu jest trudny do wykrycia i zniszczenia. BAL Global Hawk wyposażono w dwa podskrzydłowe węzły podwieszeń, na których może przenosić ładunki do 500 kg.

Istotną cechą operacyjną wyróżniającą zarówno projekt Global Hawk, jak i Dark Star jest niezależność działania. Samoloty te zostały zaprojektowane jako obiekty latające, zdolne do wykonywania autonomicznych lotów bez udziału operatora. Niemniej jednak aktualnie wykonywane zadanie może być w dowolnej chwili skorygowane przez operatora, z wykorzystaniem naziemnego lub powietrznego sys-

temu dowodzenia. System naziemny zasadniczo składa się z dwóch komponentów: stacji startu i lądowania oraz ośrodka kontroli i łączności. Oba wyposażone są w mobilne kontenery.

BAL 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 niespotykanemu dużemu zasięgowi Global Hawk obserwacja obszaru przyszłych działań jest możliwa na wiele dni przed przerzutem wojsk i rozpoczęciem operacji bojowych.

Tier III Minus Dark Star to bezzałogowy rozpoznawczy aparat latający średniego zasięgu. Wykonany jest w technologii stealth. Dark Star został zaprojektowany w układzie aerodynamicznym latającego skrzydła, z wyraźnie wydzieloną przednią, nosową częścią kadłuba. Niekonwencjonalne, nowatorskie rozwiązania zastosowane w jego konstrukcji mają zapewnić niski poziom wykrywalności we wszystkich zakresach: radarowym, w podczerwieni, a także akustycznym oraz wzrokowym. BAL Dark Star (fot. 6) przeznaczony jest do wykonywania zadań rozpoznawczych, szczególnie w rejonach o dużym nasyceniu środkami przeciwlotniczymi. W specjalnym wewnętrznym zasobniku może on w dobrych warunkach zabierać czujniki optoelektroniczne, a przy złej pogodzie radiolokator Westinghouse SAR z elektroniczną syntezą obrazu⁵⁷. Według udostępnionych informacji czujniki rozpoznawcze mogą w ciągu godziny zebrać dane z terenu o powierzchni ok. 5000 km².



Źródło: <http://www.fas.org/irp/program/collect.htm>.

Fot. 6. BAL Dark Star podczas przygotowania do lotu i w locie

⁵⁷ T. Hypki, *Informacja bez ryzyka*, „Skrzydłata Polska” 1996, nr 2, s. 14–15.

Konkludując należy wskazać, iż w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat możliwości statków bezzałogowych znacznie wzrosły, głównie dzięki bardzo szybkiemu postępowi technologicznemu i komputeryzacji. Jest to przyczyną różnorodności zadań, jakie BAL wykonują obecnie, oraz znacznego poszerzenia zakresu tych zadań w stosunku do wykonywanych przez aparaty bezzałogowe w czasach ich powstawania.

Ważną rolę w systemie rozpoznania sił powietrznych odgrywają systemy rozpoznania elektronicznego. Przedmiotem rozpoznania elektronicznego jest spektrum elektromagnetyczne. Pozycja w spektrum elektromagnetycznym jest wyrażona za pomocą częstotliwości lub długości fali. Szeroko używane pasmo wysokiej częstotliwości (HF) jest obecnie wypierane z niektórych zastosowań, np. przez VHF dla ruchomej łączności taktycznej. VHF zastąpiła wysoka częstotliwość HF w krótkodystansowej łączności polowej i jest używana do identyfikacji „swój-obcy”, taktycznej nawigacji powietrznej TACAN (Tactican Air Navigation) i w niektórych radarach poszukujących dalekiego zasięgu. Super wysoka częstotliwość SHF jest używana do łączy z satelitami i do niektórych typów krótkodystansowej łączności przekaźnikowej na ziemi.

Wszystkie aktywne transmisje elektromagnetyczne mogą być wykrywane i potem zakłócone. I to jest istotą walki elektronicznej. Walka elektroniczna wykorzystuje bowiem rozpoznanie do znalezienia, identyfikacji i lokalizacji nieprzyjacielskich urządzeń elektronicznych. Kiedy to nastąpiło, powstają trzy możliwości działania: po pierwsze – przechwycenie i kontrolowanie emisji (gromadzenie danych), po drugie – przeciwdziałanie elektroniczne, tzn. zagłuszanie albo mylenie (jeśli nieprzyjaciel bazuje na informacji zgromadzonej na podstawie odbioru), i po trzecie – znajomość lokalizacji nadajników umożliwia ich zaatakowanie i zniszczenie.

Rozpoznanie elektroniczne realizuje się również w ramach wsparcia elektronicznego związanego bezpośrednio z walką elektroniczną. Jest ono ukierunkowane na poszukiwanie, przechwytywanie, lokalizację i identyfikację źródeł promieniujących energię elektromagnetyczną (w tym również źródeł zakłóceń) w celu ich rozpoznania, oceny zagrożenia i wypracowania danych do optymalnego wykorzystania z użyciem środków przeciwdziałania wojsk własnych.

Powietrzne elementy systemów rozpoznania elektronicznego i całe systemy są aktualnie objęte programami dostosowania do nowych wymagań operacyjnych. Zostały one zainicjowane w ostatnich latach w siłach powietrznych wielkich mocarstw i wielu mniejszych krajów, w tym Polski. Widoczne są dwa kierunki przemian. Pierwszy obejmuje programy integrowania istniejących środków rozpoznania powietrznego w jeden system w wyniku tworzenia sieci gromadzenia, analizy i wymiany informacji. Drugi kierunek to integrowanie sensorów, rozproszonych dotychczas na różnych platformach, na pokładzie jednego wielozadaniowego nośnika.

Rozpoznanie elektroniczne na poziomie operacyjno-taktycznym jest realizowane nie tylko dla zabezpieczenia potrzeb informacyjnych dowództw, ale również na potrzeby realizowania osłony lub walki elektronicznej. Do rozpoznania i elektro-

nicznego przeciwdziałania w siłach powietrznych służy wiele różnych systemów. Czołowe miejsce zajmują samoloty EC-130H Compass Call, które wykorzystują pokładowe systemy rozpoznania elektronicznego do programowania środków służących do zakłóceń elektronicznych systemów nawigacyjnych, systemów identyfikacji „swój-obcy” oraz sieci łączności radiowej ziemia-powietrze i powietrze-powietrze. Podobnie samoloty EA-6B Prowler wykorzystują w czasie realnym informacje o stacjach radiolokacyjnych systemu OP do generowania algorytmów zakłóceń elektronicznych przez system ALQ-99⁵⁸.

Można przyjąć z dużym prawdopodobieństwem, że przyszłość rozpoznania elektronicznego to koncepcja Konstelacji Sensorów i Systemów Dowodzenia i Kierowania (MC2C), opracowana przez ekspertów sił powietrznych USA, której głównym atutem będzie możliwość autonomicznego porozumiewania się niektórych elementów systemu. Takim systemem mają zarządzać wyspecjalizowane samoloty MC2A, zbudowane na bazie szerokokadłubowego Boeinga 767. Mają one łączyć funkcje dziś realizowane przez samoloty AWACS, JSTARS, RC-135, EC-130H. Załogi powietrznych elementów tych systemów będą w stanie kierować misjami bezałogowych statków powietrznych. Będą też zdolne do odbioru informacji z sensorów rozmieszczonych w kosmosie, na ziemi i morzu.

Nowe kierunki otwiera amerykański projekt samolotu – platformy MC2A, który ma zastąpić dotychczasową koncepcję oddzielnych wyspecjalizowanych samolotów rozpoznawczych i zapewnić warunki zabezpieczenia w informacji dowództw operacyjnych.

Nowy samolot, poprzez zintegrowanie dotychczas rozproszonych sensorów, ma posiadać zdolności realizowania zadań, które dotychczas wykonywały samoloty wczesnego wykrywania i naprowadzania E-3A AWACS, samoloty do obserwacji celów naziemnych i naprowadzania E-8 JSTARS oraz samoloty rozpoznania elektronicznego RC-135 Rivet Joint.

MC2A ma realizować zadania nie tylko jako platforma rozpoznawcza, lecz także jako stanowisko dowodzenia i naprowadzania na teatrze działań. W programie MC2A tradycyjne samoloty wykonujące zadania rozpoznania byłyby głównym elementem koncepcji sił uderzeniowych o zasięgu globalnym i realizowałyby różne zadania obrony powietrznej i obrony przed rakietami balistycznymi⁵⁹.

Samolot MC2A będzie realizował zadania jako jeden z elementów powietrznych sił uderzeniowych USA oraz koordynował działania samolotów uderzeniowych i myśliwskich, jak również BAL typu Global Hawk i Predator. Umożliwi to prowadzenie precyzyjnej obserwacji sytuacji naziemnej, z możliwością nakładania na jej zobrazowanie dynamicznie rozwijającej się sytuacji powietrznej i zagrożeń, a także ze wskazywaniem bardzo ważnych celów do niszczenia. Ścisłe powiązanie

⁵⁸ Przedsięwzięcia przeciwdziałania elektronicznego, realizowane w ramach walki elektronicznej przez lotnictwo, można umownie podzielić na wsparcie działań grup taktycznego przeznaczenia lotnictwa w ramach połączonych działań powietrznych (COMAO – Composite Air Operations) oraz na samobronę elektroniczną.

⁵⁹ K. Załęski, D. Kołasiński, *Światowe tendencje w rozpoznaniu...*, wyd. cyt., s. 54.

informacji napływających z rozpoznania powietrznego i naziemnego powinno pozwolić na prognozowanie rozwoju sytuacji w dalszych działaniach.

MC2A będzie miał możliwość zbioru i obróbki danych z własnych sensorów oraz korelacji ich z danymi uzyskiwanymi z innych środków, samolotów i satelitów. Uzyskaną w ten sposób sytuację zbiorczą (zobrazowanie) będzie przekazywać do dowódcy sił powietrznych (jako pomoc w planowaniu i prowadzeniu operacji), a także do samolotów uderzeniowych⁶⁰.

Obecnie są prowadzone prace nad połączeniem funkcji radarów obserwacji ruchomych celów powietrznych i naziemnych przez samoloty E-3A AWACS i E-8 JSTARS na jednej platformie, a także nad możliwością wykrywania i śledzenia rakiet – jako podstawowych wymagań programu. W kolejnym etapie przewiduje się możliwość zamontowania aparatury do prowadzenia rozpoznania elektronicznego (RC-135 Rivet Joint).

O efektywności i możliwościach systemu obserwacji i rozpoznania powietrznego (powietrzno-kosmicznego) na przyszłym polu walki zdecydują z pewnością wykorzystywane urządzenia rozpoznawcze (sensory rozpoznawcze) oraz ich zdolność do pozyskiwania informacji.

Podobnie jak obecnie, tak i w najbliższej przyszłości w obserwacji i rozpoznaniu powietrznym (powietrzno-kosmicznym) będzie przede wszystkim wykorzystywana informacja przenoszona przez spektrum elektromagnetyczne. Wynika to bowiem z takich jego cech, jak: powszechność występowania w przyrodzie, prędkość przemieszczania się fal i duża ilość przenoszonych informacji, a także możliwość uzyskiwania wysokiej rozdzielczości.

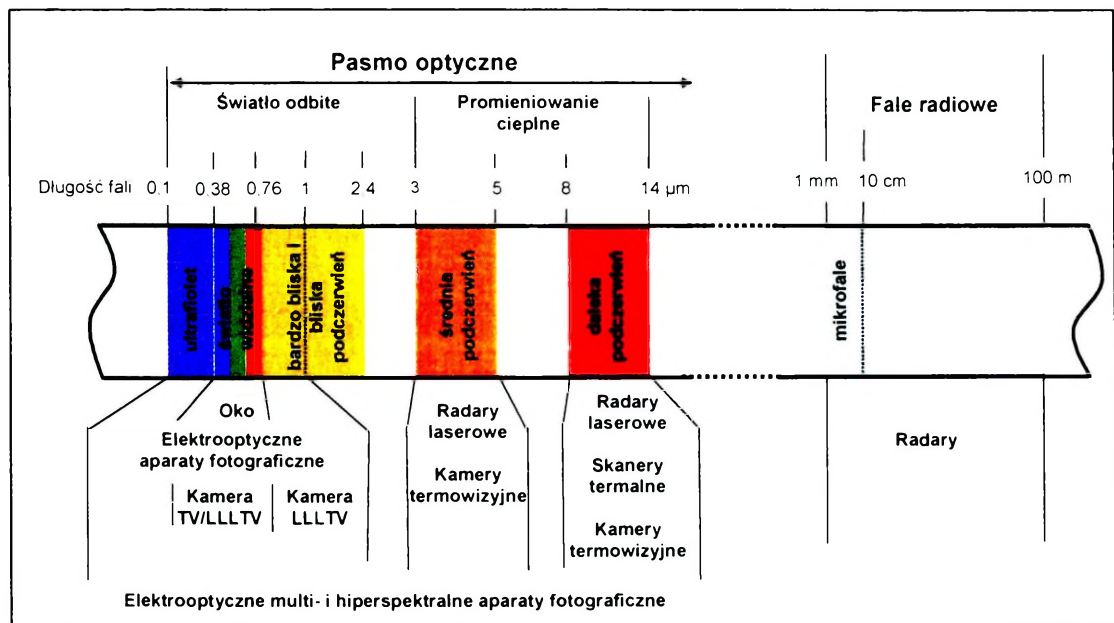
Ze względów praktycznych spektrum elektromagnetyczne dzieli się zazwyczaj na dwa duże podzakresy: optyczny i radiowy. Podzakres optyczny leżący między długościami fal od ok. 0,2 μm do 1000 μm obejmuje ultrafiolet, promieniowanie widzialne oraz podczerwień. Podzakres radiowy obejmuje natomiast dwa pasma: mikrofałe (radarowe) do długości ok. 0,1 m oraz fale radiowe powyżej długości 0,1 m. Postęp technologiczny spowodował, że wykorzystanie spektrum elektromagnetycznego staje się coraz bardziej kompleksowe. Opracowano także całą rodzinę urządzeń rozpoznawczych dostosowanych do rejestrowania określonych efektów, charakterystycznych dla danego zakresu. Biorąc pod uwagę powyższy podział pasma elektromagnetycznego, można wyróżnić trzy rodzaje rozpoznania: radiowe, radiolokacyjne i optoelektroniczne. Rozpoznanie optoelektroniczne łączy w sobie od dawna istniejące rozpoznanie optyczne ze stosunkowo nową dziedziną, jaką jest elektronika. Jego podstawą są fizyczne procesy warunkujące przetwarzanie sygnałów elektrycznych na optyczne i sygnałów optycznych na elektryczne oraz

⁶⁰ We wstępnej koncepcji platforma rozpoznawcza MC2A miała powstać w wyniku modernizacji samolotu JSTARS, prowadzonej szczególnie pod kątem ulepszenia jego głównego radaru (program nazwano Multiplatform Radar Technology Insertion Program). Po modernizacji system był w stanie wykrywać rakiety na wysokości do 10 000 stóp. Zdolność rozdzielczą aparatury, poprawiano 12 razy i uzyskano możliwość rozróżnienia obiektów wielkości ok. 30 cm.

procesy wytwarzania, przesyłania, przetwarzania i magazynowania informacji niesionych przez światło⁶¹.

Studia literatury przedmiotu wskazują, że w perspektywie najbliższych 15–20 lat w systemach rozpoznania optoelektronicznego wykorzystywana będzie nadal jedynie ograniczona część pasma optycznego obejmującego cały zakres fal ultrafioletowych (długości fali 0,1–0,38 μm), fal widzialnych (długość fali 0,38–0,76 μm) i ze względu na tłumienie fal podczerwonych w atmosferze tylko część pasma podczerwonego. Będą to trzy zakresy tego pasma o długości fal: od 0,76 do 1 μm , od 3 do 5 μm i od 8 do 13 μm .

Dzięki możliwości uzyskania znacznie większej rozdzielczości obrazów niż w paśmie radiowym do prowadzenia rozpoznania w poszczególnych zakresach pasma optycznego nadal będą wykorzystywane w siłach powietrznych całe rodziny urządzeń optoelektronicznych⁶². Zakres pasma optycznego charakterystycznego dla różnych rodzajów urządzeń rozpoznawczych przedstawiono na rys. 11.



Rys. 11. Urządzenia rozpoznawcze charakterystyczne dla poszczególnych zakresów pasma optycznego

W świetle wyników dokonanych analiz można założyć, że ze względu na charakter pracy i właściwości urządzeń optoelektronicznych w systemach rozpoznania optoelektronicznego sił powietrznych w perspektywie dwóch najbliższych dekad będą wykorzystywane urządzenia do prowadzenia rozpoznania fotograficznego, telewizyjnego, termowizyjnego oraz laserowego. Będą to prawdopodobnie kolejne

⁶¹ K. Booth, S. Hill, *Optoelektronika*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2001, s. 9.

⁶² Cechą charakterystyczną każdego urządzenia optoelektronicznego jest posiadanie oprócz źródła światła i detektora co najmniej jednego podstawowego elementu optycznego. Takim elementem może być soczewka do ogniskowania światła. Tamże, s. 41.

generacje elektrooptycznych aparatów fotograficznych, kamer telewizyjnych światła dziennego niskiego poziomu oświetlenia (Low Light Level Television – LLLTV), kamery termowizyjne oraz skanery termalne, a także laserowe urządzenia rozpoznawcze.

W przypadku dalszego dynamicznego rozwoju aparatów fotograficznych rozpoznanie fotograficzne będzie w ciągu najbliższych dwudziestu lat różniło się znacznie od tego, które jest realizowane obecnie. Na podstawie dokonanych analiz dostępnych materiałów źródłowych można założyć, że zasadnicze kierunki rozwoju systemów rozpoznania fotograficznego związane będą ze zwiększeniem zasięgu i przedziału wysokości ich wykorzystania oraz zwiększenia rozdzielczości uzyskiwanych materiałów do kilku centymetrów.

Utrwalającą się od wielu lat tendencją w rozpoznaniu powietrznym jest zastępowanie klasycznych, lotniczych aparatów fotograficznych opartych na technologii mokrego filmu aparatami opartymi na technologii cyfrowej. W aparatach elektrooptycznych zamiast błony fotograficznej wykorzystywane będą zestawy elementów światłoczułych (detektorów) zastosowanych w formie matrycy.

Zastosowanie techniki cyfrowej w tworzeniu obrazów umożliwi w procesie interpretacji wyników rozpoznania wielokrotne powiększanie obiektów, dokładne określenie ich współrzędnych geograficznych poprzez porównanie z mapami cyfrowymi oraz dowiązanie celu do innych charakterystycznych obiektów znajdujących się w danym rejonie. Aparaty elektrooptyczne będą również prawdopodobnie zdolne do wyeliminowania zakłóceń powstałych na skutek turbulencji powietrza. Należy sądzić, że w 2025 roku wyniki rozpoznania będą rejestrowane na nośnikach optycznych, przeglądane w czasie lotu w kabinie załogi lub też przesyłane poprzez radiowe i satelitarne systemy transmisji danych, w czasie rzeczywistym do naziemnych stacji obróbki danych.

Analizy materiałów źródłowych pozwalają zauważyć zarysowującą się tendencję w zakresie rozwoju elektrooptycznych aparatów fotograficznych, jaką jest rozszerzenie ich potencjalnych możliwości o tworzenie obrazów w zakresie promieniowania podczerwonego. Dzięki wykorzystaniu urządzeń rejestrujących długość fal granicznych promieniowania widzialnego i podczerwonego (najczęściej w zakresie od 0,5 do 1 μm) możliwe będzie podczas jednej misji rozpoznawczej sekwencyjne tworzenie obrazów pożądaných obiektów (rejonów) w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni lub też symultaniczne w obu tych zakresach jednocześnie.

Taki sposób tworzenia obrazów pozwoli na wykonywanie zdjęć przy bardzo słabym oświetleniu obiektu lub w całkowitej ciemności. Pozwoli również przeciwdziałać maskowaniu obiektów oraz znacznie utrudni dezinformację ze strony przeciwnika. Ponadto wyeliminowane zostaną zniekształcenia powodowane przez czynniki atmosferyczne zmniejszające widzialność, takie jak zamglenie czy niewielkie opady. W konsekwencji nowe rozwiązania wpłyną na większą elastyczność wykorzystania urządzeń rozpoznawczych i w większym stopniu niezależną prowadzenie rozpoznania od warunków atmosferycznych.

Istotną część optoelektronicznych urządzeń rozpoznawczych będą stanowiły w perspektywie czasowej 10–20 lat również kamery telewizyjne. Należy przypuszczać, że w najbliższych kilkunastu latach kamery zbudowane będą z wykorzystaniem matryc detektorów, najczęściej o zakresie czułości widmowej pokrywającym cały zakres widzialny oraz przylegający do niego wycinek zakresu podczerwonego o długości fal od 0,4 do 1 μm ⁶³.

Kamery TV światła dziennego montowane będą na śmigłowcach rozpoznawczych, samolotach i rozpoznawczych BAL najczęściej w formie bloku (głowicy) obserwacyjnego umożliwiającego wizualizację i rejestrację obrazu obserwowanego rejonu lub obiektu w warunkach dziennych. Do obserwacji obiektów przy bardzo słabym oświetleniu, o poziomie znacznie poniżej czułości ludzkiego oka stosowane będą natomiast kamery telewizyjne niskiego poziomu oświetlenia, wykorzystujące dodatkowe wzmacniacze światła połączone z detektorami matrycy cyfrowej. Do tworzenia obrazów, na zasadzie wykorzystania promieniowania podczerwonego, wykorzystywane będą urządzenia termowizyjne stanowiące już dziś coraz bardziej atrakcyjną alternatywę dla kamer telewizyjnych niskiego poziomu oświetlenia. W przeciwieństwie do oka ludzkiego, aparatów cyfrowych, kamer telewizyjnych światła dziennego i niskiego poziomu oświetlenia, nie będą wymagały one nawet minimalnego oświetlenia i będą mogły pracować w warunkach absolutnej ciemności. Zaletą urządzeń termowizyjnych będzie z pewnością również mała skuteczność maskowania obiektów za pomocą klasycznych technik, ponieważ np. siatka maskująca czołg lub inne pojazdy sama też się nagrzewa i wysyła demaskujące promieniowanie. Ponadto urządzenia te będą miały większe zasięgi skutecznej obserwacji w trudnych warunkach atmosferycznych w stosunku do kamer niskiego poziomu oświetlenia. Kamery termowizyjne umożliwią wytworzenie dwuwymiarowego obrazu termalnego niezależnie od tego, czy urządzenie lub obserwowane obiekty znajdują się w ruchu czy też w spoczynku⁶⁴. Należy przypuszczać, że w perspektywie dwóch dziesięcioleci urządzenia te stanowiąc będą nie tylko element systemów celowniczo-nawigacyjnych, lecz również systemów rozpoznawczych załogowych i bezzałogowych statków powietrznych.

Badania potwierdzają, że należy liczyć się z szerokim wykorzystaniem do prowadzenia rozpoznania kamer termalnych trzeciej generacji. Cechą charakterystyczną tej generacji będzie, podobnie jak w przypadku elektrooptycznych aparatów fotograficznych, wykorzystywanie cyfrowych detektorów matrycowych. Wyeliminowanie optyczno-mechanicznych układów przeszukiwania, charakterystycznych dla pierwszych generacji tych urządzeń, pozwoli na znaczne uproszczenie ich konstrukcji i umożliwi budowę kamer termowizyjnych o wymiarach porównywalnych z typowymi kamerami wideo bądź znacznie mniejszymi. Ponadto dzięki takiemu rozwiązaniu

⁶³ K. Chrzanowski, *Wojskowy sprzęt optoelektroniczny*, „Przegląd WLiOP” 2001, nr 10, s. 74.

⁶⁴ Tamże, s. 77.

osiągnie się lepszą czułość tych urządzeń i jakość obrazu oraz znacznie zwiększy zasięg wykrywania⁶⁵.

W przewidywalnej perspektywie czasowej 15–20 lat na miejsce obecnie wykorzystywanych kamer termalnych zacznie być wprowadzana w siłach powietrznych części państw kolejna, czwarta już generacja tych urządzeń. Będą one w przyszłości stanowić standardowe wyposażenie rozpoznawcze. W odróżnieniu od kamer poprzednich generacji nowe systemy będą wykorzystywały prawdopodobnie niechłodzone matryce detektorów, co pozwoli na znaczne obniżenie kosztów tych urządzeń przy jednoczesnym utrzymaniu jakości uzyskiwanych obrazów.

Możliwości w zakresie miniaturyzacji kamer termowizyjnych zwiększać mogą zakres ich wykorzystania w systemach rozpoznania optoelektronicznego bezzałogowych samolotów rozpoznawczych niskiej i średniej długości lotu. Nie można też wykluczać ich stosowania na miniaturowych rozpoznawczych BAL.

W odróżnieniu od kamer termowizyjnych skanery termalne będą umożliwiały wytworzenie dwuwymiarowego termalnego obrazu pożądanego obiektu jedynie wówczas, gdy samo urządzenie lub obserwowane obiekty znajdują się w ruchu⁶⁶. Skaner termalny jest bowiem swoistym radiometrem badającym w sposób ciągły pasy terenu poniżej lotu statku powietrznego, na którym jest umieszczony. Taki pas składa się z przylegających do siebie linii skanowania, wciąż na nowo wybieranych, poprzecznych do linii lotu. Cechą charakterystyczną skanerów jest ich szeroki kąt widzenia, który obecnie wynosi zazwyczaj ok. 120°.

Ze względu na tłumiące właściwości atmosfery skanery wykorzystywane do prowadzenia rozpoznania będą pracowały zarówno w zakresie średniej, jak i dalekiej podczerwieni. Można jednak założyć, że ze względu na korzystne właściwości propagacji fal najczęściej będzie to pasmo dalekiej podczerwieni w zakresie długości fal od 8 do 14 μm .

Ponadto prowadzone są prace nad uzyskaniem możliwości skanowania powierzchni ziemi ze średnich i dużych wysokości, a co się z tym wiąże – nad powiększeniem obszaru rozpoznawanego terenu. Podniesie to również poziom bezpieczeństwa załóg na skutek wyjścia ze strefy rażenia broni strzeleckiej i przenośnych zestawów rakietowych. Byłby to znaczący postęp, ponieważ do tej pory jedynym skutecznym sposobem walki z obroną przeciwlotniczą obiektu, oprócz stosowania środków walki radioelektronicznej, było zwiększanie prędkości lotu i stosowanie manewrów.

Realne jest, w perspektywie czasowej 15–20 lat, wprowadzenie do wyposażenia sił powietrznych multi- i hiperspektralnych aparatów fotograficznych. Zastosowanie tej nowej technologii umożliwi, dzięki jednoczesnemu skanowaniu pożądanego obiektu lub rejonu w 100–250 osobno rejestrowanych pasmach spektralnych, wykrywanie i identyfikowanie osób, obiektów naziemnych oraz pojazdów i wyposa-

⁶⁵ W. Marud, R. Morchal, *Wykorzystanie termowizji w działaniach bojowych lotnictwa*, AON, Warszawa 2001, s. 30.

⁶⁶ K. Chrzanowski, *Wojskowy sprzęt...*, wyd. cyt., s. 77.

zenia, które ze względu na maskowanie i ukrycie nie mogłyby być rozpoznane przez monospektralne środki rozpoznania i obserwacji.

Rysującą się tendencją w zakresie rozpoznania optoelektronicznego jest wykorzystywanie urządzeń laserowych. Jedną z najbardziej obiecujących pod tym względem technologii są LIDAR-y (Light Detection And Ranging) stanowiące laserowe odpowiedniki stacji radiolokacyjnych, w których fala radiowa zastąpiona zostanie promieniami laserowymi o zmiennej częstotliwości pracy.

Wykorzystanie pokładowych lub montowanych w podwieszanych zasobnikach urządzeń lidarowych może w niedalekiej przyszłości pozwolić na tworzenie trójwymiarowych map terenu, które w połączeniu z wynikami rozpoznania obrazowego, uzyskanymi np. z urządzeń optycznych i termowizyjnych, umożliwią dokładne rozpoznanie terenu i określenie znajdujących się tam sił i środków. Możliwe stanie się także wykrycie środków walki skonstruowanych przy wykorzystaniu techniki obniżonej wykrywalności, takich jak samoloty, śmigłowce, pojazdy gaśnicowe oraz kołowe.

Każdy z omówionych urządzeń rozpoznawczych wyróżnia się spośród innych swoistymi zaletami, ale posiada też pewne wady. Dlatego też z reguły nie będą one wykorzystywane pojedynczo, lecz będą łączone w spójnie działający system w jednym samolocie lub zasobniku rozpoznawczym.

Można założyć, że jedną z tendencji będzie umieszczanie w zasobnikach rozpoznawczych elektrooptycznych aparatów fotograficznych wspólnie z jednym ze skanerów, najczęściej termalnym, ale czasami również z laserowym. W takiej konfiguracji możliwe będzie zbieranie w podczas jednej misji rozpoznawczej danych w dwóch zakresach: światła widzialnego oraz dalekiej podczerwieni 8–14 μm .

* * *

Obecne i przyszłe zagrożenia powietrzne determinują rozwój systemów rozpoznania sił powietrznych. Oprócz klasycznych, trudno wykrywalnych środków napadu powietrznego pojawiają się nowe zagrożenia z powietrza, takie jak: skrzydlate pociski raketowe, taktyczne raketowe pociski balistyczne, bezzałogowe statki powietrzne (samoloty i śmigłowce), czy obiekty typu RENEGADE. Niezbędny jest ciągły rozwój systemów rozpoznania, aby możliwe było wykrywanie wszystkich tych obiektów w całym zakresie prędkości i wysokości lotu.

Funkcjonujące obecnie naziemne systemy rozpoznania sił powietrznych są ciągle udoskonalane i modernizowane oraz wprowadzane są nowe urządzenia, które wyznaczają nowe standardy oraz kierunki rozwoju tych systemów.

Przeprowadzone badania wskazują, że w naziemnych systemach rozpoznania radiolokacyjnego w dalszym ciągu będą wykorzystywane radary klasyczne o nowych, dużo większych możliwościach oraz radary pozahoryzontalne. Należy przypuszczać, że zostaną też wdrożone radary bi- i multistatyczne, radary mikrofalowe, radary o obniżonej mocy, czyli tzw. radary ciche oraz pasywne.

W systemach rozpoznania wyposażonych w radary klasyczne sukcesywnie będzie się dążyć do zwiększania możliwości wykrycia celów wykonanych w tech-

nologii stealth, raket balistycznych, raketowych pocisków skrzydlatych oraz samolotów i śmigłowców bezzałogowych. Będzie się też dążyć do zwiększania dokładności wskazywania współrzędnych oraz zasięgu działania.

Konieczność wykrywania bardzo szybkich celów na małych wysokościach oraz raketowych pocisków balistycznych na maksymalnych odległościach spowodowała rozwój prac badawczych nad radarami pozahoryzontalnymi. W radarach tych wykorzystywać się będzie właściwość rozchodzenia się fal radiowych zakresu dekametrowego (od 100 do 10 m), której podstawową zaletą jest zdolność do rozchodzenia się poza linię widoczności horyzontalnej.

W perspektywie 2025 roku należy przewidywać, że w systemie rozpoznania radiolokacyjnego zostaną też wdrożone radiolokatory bi- i multistatyczne. Ich cechą charakterystyczną będzie wykorzystanie do nadawania i odbioru sygnałów oddzielnych, oddalonych od siebie elementów rozmieszczonych w wielopoziomym systemie radiolokacyjnym.

Nową jakość w systemach rozpoznania radiolokacyjnego tworzą i będą tworzyć radary „ciche”, o niskiej mocy emisji i niskim prawdopodobieństwie przechwycenia ich promieniowania elektromagnetycznego. Niska moc impulsowa tego rodzaju stacji, zmienne parametry sygnału i elastyczność wyboru algorytmów przeszukiwania przestrzeni pozwalają zaliczyć te stacje do trudno wykrywalnych. Obniża to prawdopodobieństwo ich identyfikacji, zakłócenia i zniszczenia.

Coraz szersze zastosowanie znajdzie też w systemach rozpoznania radiolokacyjnego radiolokacja pasywna, zakresu milimetrowego i dwuczęstotliwościowa, uzupełniając i zwiększając możliwości innych radarów. Dalszy rozwój systemów rozpoznania elektronicznego będzie ukierunkowany na:

- objęcie rozpoznaniem całego zakresu częstotliwości widma elektromagnetycznego,
- zautomatyzowanie procesów rozpoznania,
- rozpoznanie wszystkich rodzajów emisji stosowanych w urządzeniach elektronicznych.

W perspektywie 2025 roku naziemne systemy rozpoznania elektronicznego bazować będą na urządzeniach wykorzystujących promieniowanie laserowe. Dla radarów tego typu przewiduje się w przyszłości zadania kontroli rejonu, zbieranie danych o obiektach ze śledzeniem ich ruchu oraz zadania nawigacyjne. Systemy te zapewnią dostarczanie informacji z dużo większej odległości i z dużo większą precyzją oraz z bardzo dokładną aktualizacją danych nawigacyjnych.

Znaczące zmiany zachodzą też w powietrznych systemach rozpoznania. Era miniaturyzacji techniki cyfrowej i laserowej powoduje, że na pokładach samolotów spotyka się coraz bardziej wyrafinowane technologicznie i kosztowne urządzenia, których obsługa wymaga gruntownej wiedzy fachowej. Coraz rzadziej można spotkać na pokładach samolotów pojedyncze urządzenia radiolokacyjne, którym przyporządkowano jeden określony cel. Nastąpiła znaczna integracja urządzeń i systemów, co w połączeniu z techniką cyfrową i światłowodową umożliwi produkcję takich kompleksów.

W rozpoznaniu powietrznym, poza wielofunkcyjnością radarów pokładowych, perspektywnym kierunkiem rozwoju technologicznego jest, po pierwsze, cyfrowe przetwarzanie uzyskiwanej informacji oraz jej dystrybucja w czasie realnym i w sposób dyskretny do odbiorców, a po drugie, wykorzystanie radiolokacji do rozpoznania obrazowego, co oznacza zastępowanie fotografowania radiolokacją z syntetyczną projekcją obrazów. Radary SAR są stosowane zarówno do rozpoznania bocznego na dużych platformach wyspecjalizowanych samolotów rozpoznawczych, jak i na pokładach samolotów uderzeniowych.

Można założyć, że rozpoznanie elektroniczne prowadzone na potrzeby dowodzenia na szczeblach operacyjnych będzie w perspektywie najbliższych dwudziestu lat ukierunkowane na monitorowanie aktywności w spektrum elektromagnetycznym potencjalnych przeciwników, w tym zdobywanie informacji o ich zamiarach oraz zabezpieczenie skutecznego użycia sił wojskowych w przypadku eskalacji kryzysów w konflikt zbrojny. Cechą charakterystyczną rozpoznania elektronicznego prowadzonego dla zabezpieczenia działalności dowództw szczebla operacyjnego oraz decydentów politycznych będzie wysoka intensywność użycia środków rozpoznania elektronicznego w czasie pokoju i w sytuacjach kryzysowych. W świetle dotychczasowych założeń użycia systemów rozpoznania elektronicznego sił powietrznych, pozostających w dyspozycji dowódców szczebla operacyjnego i strategicznego można przewidywać, że również w przyszłości głównymi obiektami rozpoznania pozostaną systemy łączności radiowej wykorzystywane w sieciach alarmowania i kierowania siłami zbrojnymi oraz systemy rozpoznania radiolokacyjnego obrony powietrznej państw w rejonach niestabilnych politycznie i militarnie bądź państw, które mają wrogie zamiary.

Głównym celem rozpoznania elektronicznego prowadzonego na potrzeby dowódców szczebla operacyjnego i strategicznego oraz decydentów politycznych pozostanie zapewnienie ciągłości monitorowania sytuacji i wykrywanie anomalii będących symptomami zmian w sytuacji polityczno-militarnej w obszarze zainteresowania. Będzie to pozwalało na skuteczne reagowanie w sytuacjach kryzysowych, między innymi poprzez weryfikowanie informacji pozyskiwanych z innych źródeł.

Operacyjne i strategiczne wykorzystanie powietrznych systemów rozpoznania elektronicznego sił powietrznych będzie prowadzone w perspektywie 15–20 lat przede wszystkim przez wysoce wyspecjalizowane urządzenia rozpoznania elektronicznego zabudowane na dużych samolotach transportowych lub pasażerskich.

Przenoszone przez wyspecjalizowane samoloty rozpoznania elektronicznego techniczne środki rozpoznania będą umożliwiały realizację zadań bez konieczności wykonywania lotu w przestrzeni powietrznej kontrolowanej przez przeciwnika lub potencjalnie wrogiego państwa. Systemy rozpoznawcze wyspecjalizowanych samolotów rozpoznania elektronicznego cechować się będą zdolnością realizacji rozpoznania w szerokim spektrum częstotliwości radiowych i radiolokacyjnych, dużą dokładnością określania położenia źródeł promieniowania elektromagnetycznego oraz wysoką odpornością na zakłócenia.

Rozpoznanie elektroniczne ukierunkowane będzie na wykrywanie, określanie położenia i zabezpieczanie rażenia ogniowego bądź elektronicznego systemów przeciwlotniczych przeciwnika, w tym zestawów raketowych i artyleryjskich z naprowadzaniem radiolokacyjnym, jak również zabezpieczających je systemów dowodzenia i rozpoznania radiolokacyjnego. Spektrum rozpoznawanych częstotliwości radiowych i radiolokacyjnych będzie ściśle powiązane z częstotliwościami wykorzystywanymi przez system obrony powietrznej przeciwnika. Dokładność używanej informacji z rozpoznania elektronicznego musi zapewnić skuteczne użycie środków rażenia przenoszonych przez samoloty przełamania obrony powietrznej (Suppression of Enemy Air Defenses – SEAD) i walki elektronicznej. Zasięg rozpoznania niezbędny dla tej grupy środków oraz dokładność rozpoznania będzie wymagać użycia wyspecjalizowanych samolotów zoptymalizowanych do jednoczesnej realizacji zadań rozpoznawczych i ogniowych, przystosowanych do prowadzenia działań również w głębi ugrupowania bojowego przeciwnika.

Najmniej wyrafinowane systemy rozpoznania elektronicznego będą wykorzystywane w siłach powietrznych w pokładowych systemach samoobrony elektronicznej statków powietrznych. Informacje pozyskiwane przez nie będą w sposób zautomatyzowany wykorzystywane do zainicjowania przeciwdziałania lub samoobrony poprzez użycie pułapek termicznych lub radiolokacyjnych, stosowanie zakłóceń aktywnych bądź wykonanie lub rekomendowanie manewrów przeciwraketowych albo przeciwartyleryjskich. Zakres częstotliwości pracy systemów rozpoznania elektronicznego stanowiących integralną część systemów samoobrony elektronicznej samolotów ograniczał się będzie do częstotliwości wykorzystywanych przez podstawowe, najgroźniejsze systemy przeciwlotnicze przeciwnika.

Coraz wyraźniej zarysowuje się trend włączania w globalną sieć rozpoznania i dowodzenia wyspecjalizowanych samolotów rozpoznania elektronicznego wykorzystywanych na potrzeby zabezpieczenia procesu podejmowania decyzji przez dowódców wojskowych szczebla strategicznego i operacyjnego oraz decydentów politycznych. Dąży się do implementacji wspólnych standardów technicznych, proceduralnych i doktrynalnych zapewniających współdziałanie w czasie niemal rzeczywistym z sensorami bazowania lądowego, powietrznego i kosmicznego. Standardem będzie prawdopodobnie obróbka danych rozpoznawczych na pokładzie samolotów rozpoznania elektronicznego, co pozwolić będzie na dostarczanie odbiorcom przetworzonej, syntetycznej informacji, uwzględniającej dane z banków informacji na pokładach samolotów rozpoznawczych. Dzięki szerokopasmowym łączom danych pracującym w sieci łączności taktycznej (UKF) przetworzone dane rozpoznawcze będą w coraz szerszym zakresie przesyłane w czasie niemal rzeczywistym do wyspecjalizowanych sił obezwładniania systemu obrony powietrznej przeciwnika oraz walki elektronicznej w celu ich użycia i wstępnego określenia obszarów działania.

W długofalowych planach rozwoju systemów rozpoznania elektronicznego szczebla operacyjnego przewiduje się łączenie na pokładzie jednego statku powietrznego funkcji rozpoznania, dowodzenia i aktywnego przeciwdziałania elektro-

nicznego. Analiza danych odbywać się będzie na pokładzie samolotu rozpoznania elektronicznego, natomiast odbiór sygnałów – poprzez sieć informacyjną, z odborników rozmieszczonych na innych statkach powietrznych. Korelacja w czasie niemal rzeczywistym danych z kilku platform, rozmieszczonych w znacznej odległości od siebie i w zróżnicowanym położeniu w stosunku do rozpoznawanych źródeł emisji elektromagnetycznej, zapewniac ma dużo bardziej precyzyjne określenie położenia rozpoznawanych obiektów.

Głównym celem użycia powietrznych systemów rozpoznania elektronicznego pozostanie prawdopodobnie zdobywanie informacji zabezpieczających użycie kierowanych przeciwradiolokacyjnych pocisków raketowych oraz zakłócanie pracy środków wykrywania i kierowania ogniem. Przewiduje się, że włączenie sił SEAD i walki elektronicznej we wspólną sieć z samolotami rozpoznania elektronicznego, takimi jak: RC-135 czy TR-1 (U-2), rozpoznawczymi BAL, powietrznymi elementami systemów dowodzenia (AWACS, FAC, ABCCC) oraz systemami radiolokacyjnego rozpoznania pola walki i naprowadzania (JSTARS), ma pozwalać na skuteczniejszą niż dotychczas realizację zadań.

Rozpoznanie optoelektroniczne pozostanie w prognozowanej perspektywie czasowej najistotniejszym sposobem zdobywania informacji o terenie oraz siłach i środkach potencjalnego lub rzeczywistego przeciwnika. Dzięki właściwościom fal elektromagnetycznych wykorzystywanych w rozpoznaniu optoelektronicznym możliwe będzie uzyskiwanie obrazów o wysokiej rozdzielczości, niezbędnej do wykrywania, lokalizowania, a przede wszystkim automatycznej identyfikacji szerokiego spektrum obiektów.

Standardem w zakresie optoelektronicznego wyposażenia rozpoznawczego stanie się, w perspektywie najbliższych dwóch dekad, wykorzystywanie techniki cyfrowej w procesie zbierania danych rozpoznawczych.

Najbardziej perspektywiczną techniką rozpoznawczą w zakresie rozpoznania optoelektronicznego będą: elektrooptyczne aparaty fotograficzne i kamery telewizyjne pracujące w zakresie światła widzialnego i bliskiej podczerwieni, kamery i skanery termalne pracujące w zakresie średniej i dalekiej podczerwieni oraz urządzenia laserowe. Wyposażenie optoelektroniczne perspektywicznych załogowych i bezzałogowych samolotów rozpoznawczych umożliwiać będzie najczęściej uzyskanie obrazu danego obiektu zarówno w jednym (np. ultrafiolet, światło widzialne), jak i w dwóch (np. światło widzialne/podczerwień) różnych pasmach spektrum elektromagnetycznego. Technika laserowa umożliwi natomiast tworzenie trójwymiarowych obrazów pola walki oraz znajdujących się tam środków walki. Dzięki temu możliwe będzie zoptymalizowanie procesu analizy obszaru działań bojowych oraz obiektów uderzeń, a w konsekwencji zoptymalizowanie sposobu wykonania misji uderzeniowej.

W przyszłości można spodziewać się również integracji omawianych urządzeń w jedno, wielowidmowe urządzenie rozpoznawcze, które przez swoją wysoką rozdzielczość, czułość oraz rozszerzony zakres widma znacznie zwiększy możliwości rozpoznawcze. W tym kontekście przełomem w zakresie rozpoznania optoelektro-

nicznego w siłach powietrznych będzie z pewnością wyposażenie sił powietrznych w urządzenia rozpoznawcze umożliwiające uzyskanie multispektralnego zobrazowania pożądanego rejonu lub obiektu. Taki sposób uzyskiwania obrazu pozwoli bowiem zwiększyć w zasadniczy sposób wiarygodność informacji rozpoznawczej, zmniejszyć możliwości maskowania, znacznie utrudnić dezinformację ze strony przeciwnika oraz w jeszcze większym stopniu uniezależnić prowadzenie rozpoznania od warunków atmosferycznych i pory doby.

Rozdział 3

KIERUNKI ROZWOJU NAZIEMNYCH SYSTEMÓW OBRONY PRZECIWLOTNICZEJ SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

3.1. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych dalekiego zasięgu

Do przeciwdziałania zagrożeniom powietrznym siły powietrzne tworzą zintegrowany system obrony powietrznej. Jego najważniejszym elementem, oprócz lotnictwa bojowego, są naziemne systemy obrony przeciwlotniczej. W niniejszym rozdziale są prezentowane rezultaty badań dotyczących prognozowanych kierunków rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych.

Z zapisów analizowanych dokumentów NATO wynika, że charakter zagrożeń z powietrza będzie w prognozowanej przyszłości w znacznej mierze zbieżny z zagrożeniami przewidywanymi dotychczas dla obrony powietrznej. Przewiduje się jednak, że obok klasycznych środków napadu powietrznego (ŚNP), takich jak samoloty i śmigłowce o wzrastających możliwościach taktyczno-technicznych w zakresie rażenia obiektów naziemnych, nawodnych i powietrznych, będą stosowane taktyczne rakiety balistyczne, rakiety skrzydlate i bezzałogowe aparaty latające. Jako narzędzie ataku z powietrza będą także wykorzystywane samoloty cywilne. Przewiduje się, że wzrost zasięgu środków napadu powietrznego i ich prędkości w połączeniu ze zwiększoną precyzją i siłą rażenia przenoszonych przez nie lotniczych i raketowych środków rażenia będzie wymuszał znaczne zmniejszenie czasu reakcji systemu rozszerzonej obrony powietrznej. Za zasadnicze zagrożenie z powietrza uznaje się użycie, jako nosicieli zaawansowanej technologicznie broni masowego rażenia, szerokiego spektrum statków powietrznych oraz rakiet balistycznych i skrzydlatych. W ocenie rozpoznawczej zagrożenia z powietrza za najbardziej prawdopodobne środki napadu powietrznego uznaje się⁶⁷:

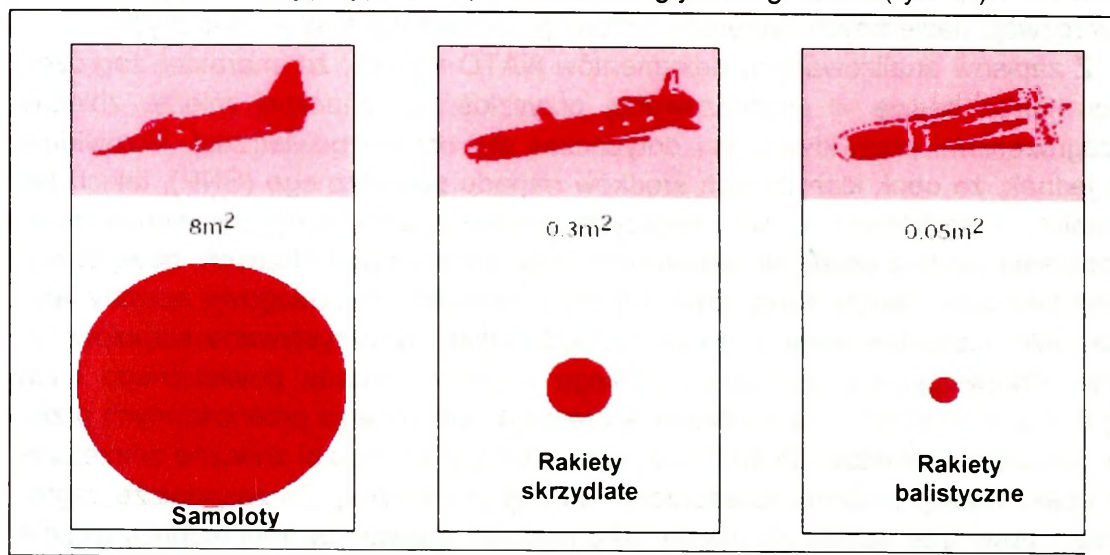
– załogowe statki powietrzne o zwiększonych, w stosunku do dotychczas będących w uzbrojeniu lotnictwa wojskowego, możliwościach taktyczno-technicznych w zakresie rozpoznania i zwalczania obiektów naziemnych, nawodnych i powietrznych,

- bezzałogowe aparaty latające,
- taktyczne rakiety balistyczne,
- rakiety skrzydlate,
- samoloty lotnictwa cywilnego wykorzystywane jako narzędzie ataku z powietrza (RENEGADE).

⁶⁷ *Standing Defence Plan SDP 10901 D „Angry Hasp”, NATO Integrated Extended Air Defence (NATINEAD) in Allied Command Europe (ACE) – Final Draft, Mons December 2002, pkt 1 d. (1) Threat estimate.*

Zagrożenie z powietrza będzie zróżnicowane w zależności od natury, skali i szybkości eskalacji kryzysów polityczno-militarnych w obszarze euroatlantyckim. Wyniki dokonanej oceny zagrożeń pod względem przedmiotowym jednoznacznie wskazują, że największe wyzwanie dla naziemnych sił obrony przeciwlotniczej będą stanowiły rakiety balistyczne.

Trudności w zwalczaniu pocisków balistycznych wynikają między innymi z ich małej skutecznej powierzchni odbicia, którą eksperci amerykańscy oszacowali na $0,05 \text{ m}^2$. Dla porównania skuteczna powierzchnia odbicia samolotu myśliwskiego (wielozadaniowego) wynosi około 8 m^2 . A zatem różnica jest wyraźnie dostrzegalna. Warto zauważyć, że czym większa skuteczna powierzchnia, tym obiekt powietrzny (środek napadu powietrznego) jest łatwiejszy do wykrycia. Można zgodzić się z opinią ekspertów amerykańskich, że jeśli nie jest znany kierunek prawdopodobnego uderzenia raketowego, to poszukiwanie pocisku balistycznego w przestrzeni powietrzno-kosmicznej przypomina poszukiwanie igły w stogu siana (rys. 12).



Rys. 12. Porównanie skutecznych powierzchni odbicia wybranych środków napadu powietrznego

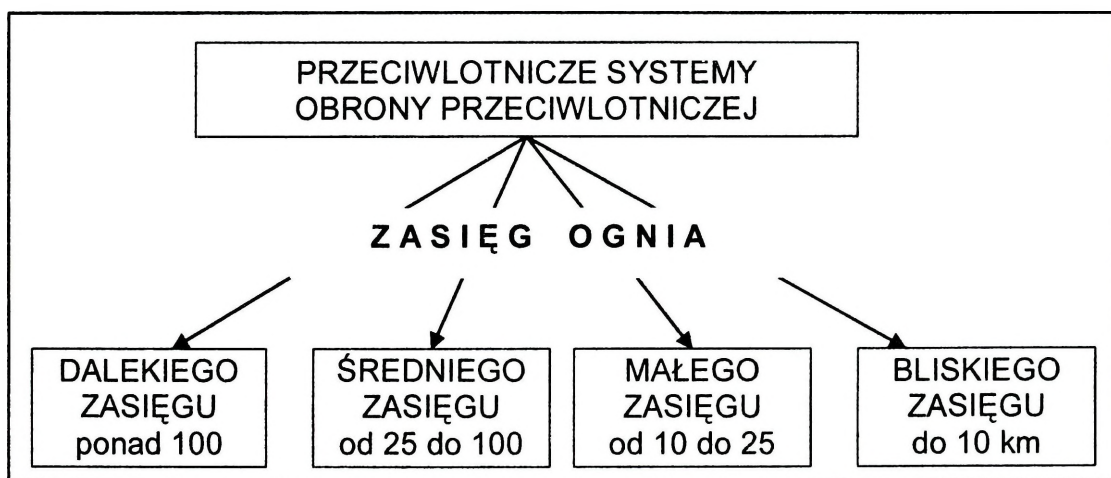
Nie mniej ważne znaczenie ma prędkość, z jaką poruszają się pociski balistyczne. Według autorów opracowania „Ballistic and Cruise Missile Threat”, prędkości te dochodzą do $4-5 \text{ mil/s}$. Należy jednak zauważyć, że tak duże prędkości osiągają ostatnie stopnie pocisków balistycznych.

Charakteryzując atrybuty pocisków balistycznych, nie można pominąć wielofunkcyjnych głowic bojowych. Współczesne pociski balistyczne są zdolne do przenoszenia zarówno broni masowego rażenia, jak i ładunków konwencjonalnych, w tym także podpocisków.

Zasadniczym wyznacznikiem dla dokonania analizy i oceny zagrożeń z powietrza dla ludności, terytorium i sił zbrojnych Sojuszu Północnoatlantyckiego będzie rozgraniczenie na sytuacje wymagające podejmowania działań wojskowych na podstawie art. 5. Traktatu Waszyngtońskiego, w przypadkach bezpośredniego

zagrożenia bezpieczeństwa i integralności terytorialnej państw członkowskich Sojuszu oraz działania wojskowe spoza art. 5, w warunkach prowadzenia operacji reagowania kryzysowego. W zależności od powyższych uwarunkowań system rozszerzonej, skoordynowanej obrony powietrznej sił połączonych NATO będzie zwalczał środki napadu powietrznego o różnym zaawansowaniu technologicznym, stosujące zróżnicowaną taktykę działania i prowadzące działania o różnej intensywności.

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że nadal utrzymuje się tendencja, zapoczątkowana jeszcze w latach 70. i 80. ubiegłego stulecia, w realizacji programów rozwojowych naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej (przeciwlotniczych systemów raketowych) w charakterystycznych podgrupach, różniących się między sobą możliwościami bojowymi, szczególnie zaś przestrzennymi. Przyjmując zatem za kryterium klasyfikacji zasięg skutecznego zwalczania celów powietrznych, naziemne systemy obrony powietrznej można podzielić na: dużego, średniego, małego i bliskiego zasięgu (rys. 13).



Rys. 13. Podział naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej

Należy jednakże zwrócić uwagę, że przedstawiony podział, mimo iż znajduje również odzwierciedlenie w realizowanych obecnie programach badawczych i rozwojowych naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej, coraz częściej staje się mniej wyrazisty. Problem ten dotyczy szczególnie przeciwlotniczych systemów raketowych średniego i dużego zasięgu, czego dobrym przykładem jest S-300. W nowoczesnych konstrukcjach systemów raketowych można bowiem zastosować różne typy przeciwlotniczych rakiet przeciwlotniczych, o różnym zasięgu działania, który zwykle mieści się zarówno w przedziale średnich, jak i dużych odległości.

Analizując programy rozwojowe naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej, należy stwierdzić, że większość z nich jest programami długoletnimi. Niektóre zostały zapoczątkowane jeszcze w latach 70. XX wieku. Jako przykład można tu wskazać prace nad amerykańskim przeciwlotniczym systemem raketowym Patriot czy

rosyjskim S-300⁶⁸. Należy już na wstępie zaznaczyć, że dominującą rolę w tym względzie odgrywają Stany Zjednoczone i Rosja, która przejęła biura konstrukcyjne po byłym Związku Radzieckim. W ostatniej dekadzie ubiegłego stulecia dostrzegalna była również coraz częściej współpraca międzynarodowa, szczególnie w zakresie budowy naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej dużego i średniego zasięgu mogących niszczyć taktyczne rakiety balistyczne. Z tego też względu w niniejszym opracowaniu scharakteryzowano kluczowe, zdaniem autorów, programy raketowe w wymienionych państwach oraz ciekawsze rozwiązania międzynarodowe w wyodrębnionych podgrupach, które wyznaczają kierunki ich rozwoju na najbliższe dwa dziesięciolecia.

Wraz ze zwiększającym się zagrożeniem wynikającym z możliwości użycia przez potencjalnego przeciwnika taktycznych rakiet balistycznych zintensyfikowano program budowy systemu raketowego, który miałby większe, w porównaniu z systemem Patriot, zdolności do zwalczania tych specyficznych środków napadu powietrznego. Stąd też zrodziła się w Stanach Zjednoczonych koncepcja naziemnego systemu obrony powietrznej teatru działań (Theater High Altitude Air Defense – THAAD), który ma osłaniać obszar od 20 do 150 razy większy niż Patriot. System THAAD zwiększy zatem możliwości osłony dużych aglomeracji miejskich oraz dużych formacji wojskowych⁶⁹. Przez ekspertów amerykańskich jest on postrzegany jako jedna z ostatnich linii obrony w systemie obrony przeciwrakietowej Stanów Zjednoczonych (powszechnie znanej jako tarcza antyraketowa), który będzie zwalczał (niszczył) rakiety balistyczne krótkiego i średniego zasięgu w końcowej fazie ich lotu. System ten wyznacza standardy rozwoju w kolejnych dekadach XXI wieku.

System przeciwlotniczy THAAD składa się z naziemnego radaru, pocisków raketowych mogących bezpośrednio zwalczać obiekty powietrzne (tzw. hit – to – kill), wyrzutni raketowych oraz urządzeń łączności zapewniających sprawne funkcjonowanie wszystkich elementów systemu jako całości.

Wyrzutnia zamontowana na pojeździe M1075 może przewozić osiem przeciwlotniczych pocisków raketowych z miejsca stałej dyslokacji do wyznaczonej pozycji startowej. Czas przygotowania do startu pocisków raketowych po zajęciu tej pozycji wynosi 30 min, podobnie jak ponowne załadowanie wyrzutni.

Pociski raketowe mogą być odpalane w serii lub pojedynczo. Jest to bardzo istotna zaleta systemu THAAD pozwalająca na zwalczanie rakiet balistycznych metodą: strzał – sprawdzenie – strzał (shoot – look – shoot). Po wystrzeleniu do celu pierwszego pocisku urządzenia stopnia kontroli zniszczenia celu (głowicy rakiety balistycznej) oceniają, czy głowica jest zniszczona, jeśli nie, to zostaje odpalony drugi pocisk raketowy. Taki sposób prowadzenia ognia do rakiet balistycznych jest dostępny dzięki dużym możliwościom przestrzennym systemu THAAD.

⁶⁸ Program budowy tego systemu został zainicjowany w 1965 roku, lecz do 1980 roku nie osiągnięto satysfakcjonujących wyników. Zgodnie z pierwotnymi założeniami system Patriot miał zastąpić starsze konstrukcje zestawów raketowych Hawk i Nike Hercules i posiadać zdolności do zwalczania jedynie konwencjonalnych środków napadu powietrznego (Air Breathing Threats – ABT).

⁶⁹ W Stanach Zjednoczonych przyjęto, że system będzie służył do osłony korpusu wojsk lądowych.

Rozwinięte w terenie wyrzutnie są kierowane z taktycznego centrum dowodzenia poprzez stację kontroli wyrzutni. Wyrzutnie systemu THAAD mogą być przewożone drogą lądową, morską i powietrzną. Do transportu powietrznego mogą być wykorzystywane samoloty C-141 i większe.

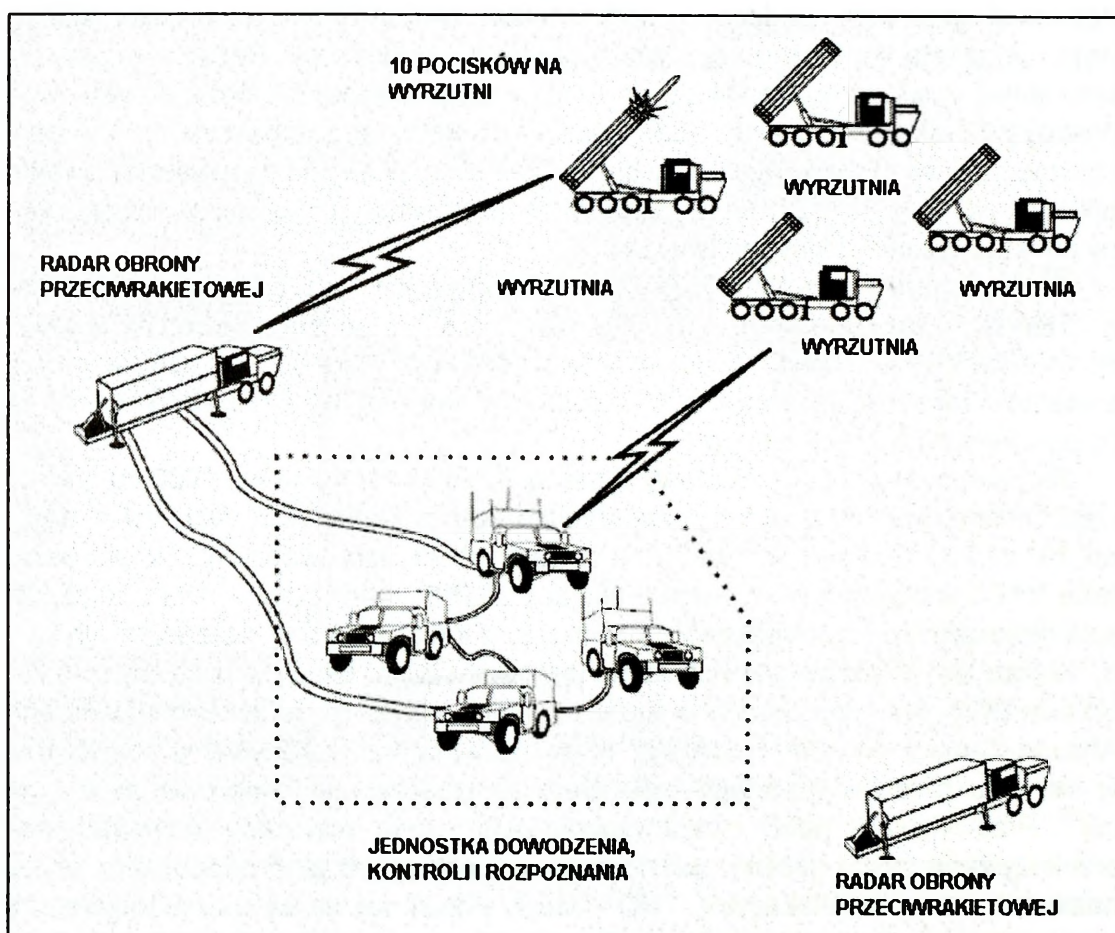
System THAAD, zgodnie z założeniami, ma zapewnić niszczenie rakiet balistycznych w odległości dochodzącej do 120 mil, na wysokości maksymalnej 100 mil. Do wykrywania celów opracowany został radiolokator kierowania ogniem TMD – GBR (Theater Missile Defense – Ground Based Radar) o zasięgu w granicach do 500 km, pracujący w zakresie częstotliwości 8–20 GHz. Do jego zadań należy również identyfikowanie, klasyfikowanie i śledzenie, a także przekazywanie informacji o pozycji środka napadu powietrznego przeciwnika do taktycznego centrum operacyjnego baterii THAAD oraz określenie wstępnego wektora dla rakiety przeciwlotniczej, natomiast urządzenie śledzące w podczerwieni, zamontowane na pocisku raketowym, umożliwi skuteczne naprowadzanie na cel powietrzny. Radar wykrywa zatem obiekt powietrzny, weryfikuje go i inicjuje jego śledzenie. Może klasyfikować obiekty jako konwencjonalne środki napadu powietrznego, taktyczne rakiety balistyczne lub inne. Taktyczne rakiety balistyczne klasyfikuje jako specyficzne rakiety, takie jak ND-1 czy SS-21. Identyfikuje także zagrożenie, określając prawdopodobny punkt uderzenia rakiety balistycznej.

Amerykańscy konstruktorzy założyli, że energia kinetyczna pocisku raketowego THAAD będzie wystarczająco duża, aby zniszczyć ракетę balistyczną w locie. Pociski raketowe, podobnie jak w większości nowoczesnych przeciwlotniczych systemów raketowych, mogą być odpalane z mobilnej wyrzutni zbudowanej na bazie samochodu ciężarowego.

Dwustopniowy pocisk raketowy systemu THAAD o masie około 900 kg, jak już wspomniano, ma niszczyć cel bezpośrednim uderzeniem głowicy bojowej o masie od 10 do 25 kg. Posiada ona kombinowany układ naprowadzania: w pierwszej fazie lotu bezwładnościowy, współpracujący z GPS, identyczny – lecz z możliwością radiokorekcji – na środkowym odcinku toru lotu, dopiero w fazie ataku do pracy włącza się termiczna głowica samonaprowadzająca. Głowica pocisku, tzw. Kill Vehicle (KV), jest wyposażona w system zmiany kierunku i wysokości (Direct and Attitude Control System – DACS), który pozwala na wykonywanie manewrów w kierunku przechwytywanego celu. Detektor podczerwieni naprowadza KV na cel⁷⁰. Przewidywany punkt przechwycenia celu i dane dotyczące naprowadzania przekazywane są do pocisku raketowego, jeszcze przed jego odpaleniem, przez naziemną stację radiolokacyjną TMD – GBR. Pocisk raketowy może odbierać ze stacji radiolokacyjnej zaktualizowane dane o celu również w trakcie lotu.

⁷⁰ R. Maksymiuk, *Obrona przeciwraketowa Rzeczypospolitej Polskiej*, AON, Warszawa 2008, s. 407.

Wykonanie misji związanej z niszczeniem środków napadu powietrznego, przede wszystkim zaś rakiet balistycznych, dowodzenie naziemnymi siłami obrony powietrznej oraz wymiana informacji z siłami połączonymi i jednostkami raketowymi wyposażonymi w systemy raketowe średniego i bliskiego zasięgu powoduje, że system THAAD wymaga odpowiedniego podsystemu dowodzenia i kierowania (BM/C3I) na szczeblu baterii i batalionu (rys. 14). Jednostka dowodzenia koordynuje i synchronizuje planowanie i prowadzenie działań bojowych z pododdziałami i oddziałami zwalczającymi środki napadu powietrznego na mniejszych wysokościach niż system THAAD, z jednostkami na wyższym poziomie dowodzenia oraz połączonymi dowództwami. Segment dowodzenia, kontroli, łączności i rozpoznania składa się z trzech głównych elementów: stacji działań taktycznych (TOS), stacji kierowania wyrzutniami (LCS) oraz grupy wsparcia systemu (SSG)⁷¹.



Źródło: *Ballistic Missile Defense. Issues Concerning Acquisition of THAAD Prototype System*, Report to Congressional Committees, United States General Accounting Office, July 1996, s. 96.

Rys. 14. Ugrupowanie bojowe przeciwlotniczego systemu raketowego THAAD

⁷¹ FM 3-01.11 *Air Defense Artillery Reference Handbook*, Headquarters Department of the Army, Washington D.C., October 2000.

Stacja działań taktycznych jest modułem operacyjnym segmentu dowodzenia, kontroli i łączności posiadającym dwa serwery i dwa identyczne stanowiska pracy (wskaźniki). Stacja ta zapewnia automatyczną wymianę danych oraz informacji przekazywanych głosem ze stacją kontroli pracy wyrzutni. TOS dysponuje własnym, mobilnym źródłem podtrzymania zasilania w sytuacjach awaryjnych. Ciągniony generator może być stosowany w wypadku zakłóceń w dostawie energii elektrycznej ze stałego źródła, jakim jest standardowa sieć energetyczna. Urządzenie to pozwala operatorowi w ciągu 10 do 14 min na wyłączenie systemu w sposób zorganizowany, bez żadnych uszkodzeń sprzętu⁷².

Stacja kontroli wyrzutni obejmuje pojazd terenowy HMMWV (High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle) z zamontowanym kontenerem nowego typu, wyposażonym w źródło zasilania energii elektrycznej oraz ciągniony elektrogenerator. Stacja ta posiada podsystem łączności, kable światłowodowe oraz rozbudowany zestaw łączności wewnętrznej i zewnętrznej.

Grupa wsparcia systemu obejmuje lekki lub średni pojazd taktyczny (LMTV) wyposażony w elektryczny dźwig, zamontowany na skrzyni towarowej pojazdu. Drugim elementem jest TOS i LCS oraz ciągniony generator. Grupa ta jest wykorzystywana także do transportu dodatkowych (innych) środków i wyposażenia niezbędnego do sprawnego funkcjonowania baterii THAAD. Konstruktorzy tego systemu przewidzieli również możliwość przewozu środków maskowania oraz zaopatrzenia dla stanu osobowego baterii. Generator natomiast służy jako awaryjne źródło zasilania dla stacji (centrum) działań taktycznych i stacji kierowania wyrzutniami.

Bateria THAAD, jako podstawowy moduł bojowy (ogniowy), składa się z następujących elementów: pociski raketowe, wyrzutnie, radar, segment dowodzenia, kontroli i łączności (BM/C3I) oraz naziemne elementy wsparcia. System THAAD może wykonywać powierzone zadania w scentralizowanym, zdecentralizowanym systemie dowodzenia lub autonomicznie, co należy uznać za jego niewątpliwą zaletę.

Reasumując, pomimo wykazanych problemów można założyć, że system ten będzie stanowił trzon naziemnych sił obrony powietrznej do 2025 roku. Do tego czasu prawdopodobnie konstruktorzy uporają się z problemami wynikłymi w czasie praktycznych testów systemu i doprowadzą THAAD do pełnej zdolności operacyjnej. Prawdopodobnie do 2025 roku będzie to podstawowy element obrony przeciw-rakietowej naziemnego bazowania.

Oprócz opisanego naziemnego systemu obrony przeciwlotniczej typu THAAD ciągle modernizowane i doskonalone są inne systemy dalekiego zasięgu, takie jak np. Patriot PAC-3, przeznaczone do zwalczania różnorodnych celów powietrznych, w tym rakiet balistycznych. Nie dziwi zatem fakt, że system przeciwlotniczy Patriot PAC-3 przez ekspertów amerykańskich traktowany jest jako uzupełnienie możliwości bojowych scharakteryzowanego wcześniej systemu THAAD. Nowy, już w pełni operacyjny system PAC-3 posiada bowiem zaawansowane możliwości zwalczania rakiet manewrujących Cruise, samolotów oraz – w odróżnieniu od swych poprzedników (PAC-1, PAC-2) – także rakiet balistycznych (rys. 15).

⁷² Tamże.

nia celów powietrznych⁷⁴. W zależności od ustalonego rodzaju pracy – możliwe jest automatyczne prowadzenie ognia lub opcja wymagająca akceptacji dowódcy⁷⁵.

Reasumując, można przypuszczać, że program naziemnego systemu obrony przeciwlotniczej Patriot pozostanie programem otwartym i kolejne, udoskonalone jego wersje będą sukcesywnie wprowadzane do jednostek amerykańskich oraz niektórych państw europejskich Sojuszu Północnoatlantyckiego. Wyniki uzyskane w trakcie procesu badawczego wskazują bowiem, że Patriot na trwałe wpisał się w architekturę rozszerzonej koordynowanej obrony powietrznej Europy i Stanów Zjednoczonych.

Mimo iż przedmiotem rozważań niniejszego podrozdziału były przede wszystkim amerykańskie systemy rakietowe dalekiego zasięgu, to trzeba pamiętać także o ogromnych dokonaniach w tym zakresie Rosji oraz innych państw. Doskonalone są między innymi izraelski system rakietowy Arrow oraz rosyjskie systemy S-300 PMU-1 (SA-10D) i S-300 W (SA-12). W Rosji prowadzi się też badania naziemnego systemu obrony przeciwlotniczej dużego zasięgu S-400 TRIUMF. Według ekspertów rosyjskich będzie on jednym z głównych filarów obrony powietrzno-kosmicznej w pierwszym ćwierćwieczu XXI wieku.

Cechą charakterystyczną rozwoju naziemnych systemów rakietowych obrony przeciwlotniczej dużego zasięgu jest to, że najczęściej doskonalone są i rozwijane systemy już eksploatowane. Dzięki temu oszczędza się środki finansowe, konstruowanie nowych systemów od podstaw jest bowiem dużo bardziej kosztowne.

3.2. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych średniego zasięgu

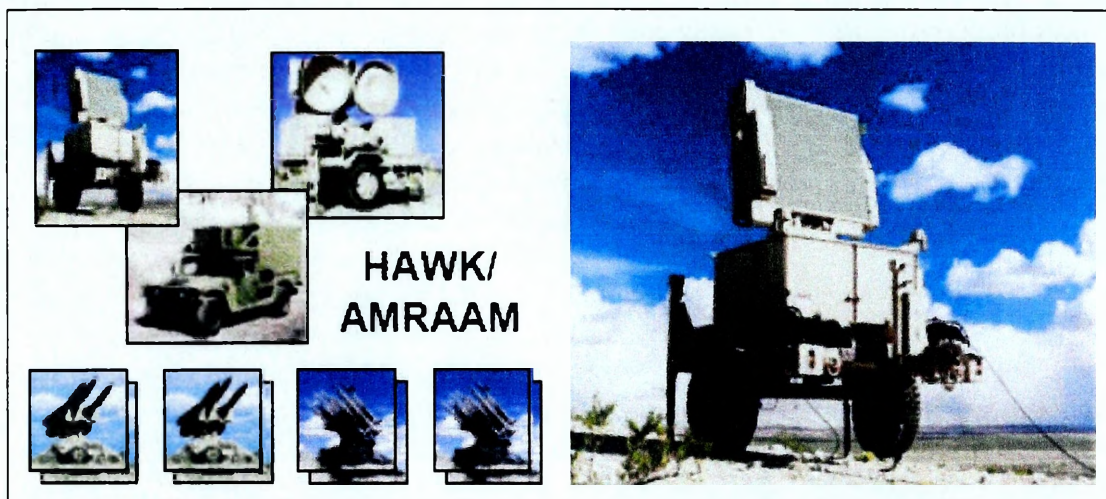
Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej średniego zasięgu wyznaczają programy rozwojowe eksploatowanych obecnie systemów, takich jak: HAWK – AMRAAM, MEADS czy SAMP/T.

Najnowszym i najbardziej interesującym, w aspekcie przeciwdziałania przyszłym zagrożeniom powietrznym, programem rozwojowym systemu Hawk jest projekt „HAWK – AMRAAM”, w który, oprócz amerykańskiej firmy Raytheon, zaangażował się także norweski koncern Kongsberg. W skład nowego zestawu wchodzi: stacja radiolokacyjna nowej generacji AN/MPQ-64 (wykrywanie, rozpoznawanie, identyfikowanie i śledzenie), stacja radiolokacyjna AN/MPQ-61 (podświetlanie celów powietrznych), stanowisko dowodzenia na podwoziu samochodu HMMWV (możliwość śledzenia do 50 celów) oraz trójprowadnicowe wyrzutnie pocisków rakietowych AMRAAM (fot. 7).

Pociski te mają dodatkowe silniki rakietowe i osiągają prędkość 1320 m/s. Należy zwrócić uwagę, że rakiety te są naprowadzane zarówno za pomocą bezwładnościowego układu, jak i komend kierowania. W końcowym odcinku lotu włącza się natomiast aktywny radiolokator pocisku.

⁷⁴ Należy wspomnieć, że oprogramowanie komputera zawiera trzy grupy programów. Oprócz wspomnianego programu operacyjnego stosowane są programy rozruchowe oraz diagnostyczne.

⁷⁵ S. Miodek, *Przeciwlotnicze zestawy rakietowe nowej generacji*, AON, Warszawa 1996, s. 58.



Źródło: *Surface Launched AMRAAM. Tactical Superiority with High Mobility*, Presentation Kongsberg Raytheon Electronic System, 2001.

Fot. 7. Przeciwlotniczy system raketowy HAWK – AMRAAM oraz jego radar AN/MPQ-64

System HAWK – AMRAAM jest przystosowany do przewozu transportem lotniczym z wykorzystaniem samolotów C-130, C-160 lub większych. Zastosowanie ośmioprowadnicowych wyrzutni z pociskami AMRAAM pozwoli na zwiększenie jednostki ognia, jak również liczby jednocześnie zwalczanych celów powietrznych⁷⁶.

Zgodnie z przyjętymi założeniami pociski AMRAAM są przeznaczone do zwalczania celów powietrznych poruszających się z dużą prędkością na małych i skrajnie małych wysokościach, na odległościach do 20 km od miejsca ugrupowania systemu. Cykl strzelania w przypadku rakiet AIM-120 AMRAAM jest krótszy niż 2 sek. Szybkostrzelność tego systemu można zatem uznać za bardzo wysoką, co ma szczególne znaczenie w przypadku odpierania zmasowanych uderzeń środków napadu powietrznego. Kombinacja uwzględniająca użycie dwóch różnych rakiet umożliwia także niszczenie środków napadu powietrznego na dalszych odległościach i wyższych wysokościach lotu. Zmodernizowane ракеты systemu HAWK zapewniają również zwalczanie środków powietrznych o małej skutecznej powierzchni odbicia. Na podstawie przytoczonych charakterystyk systemu można przyjąć, że przeciwlotniczy system raketowy HAWK – AMRAAM będzie eksploatowany w ciągu najbliższych 25–35 lat.

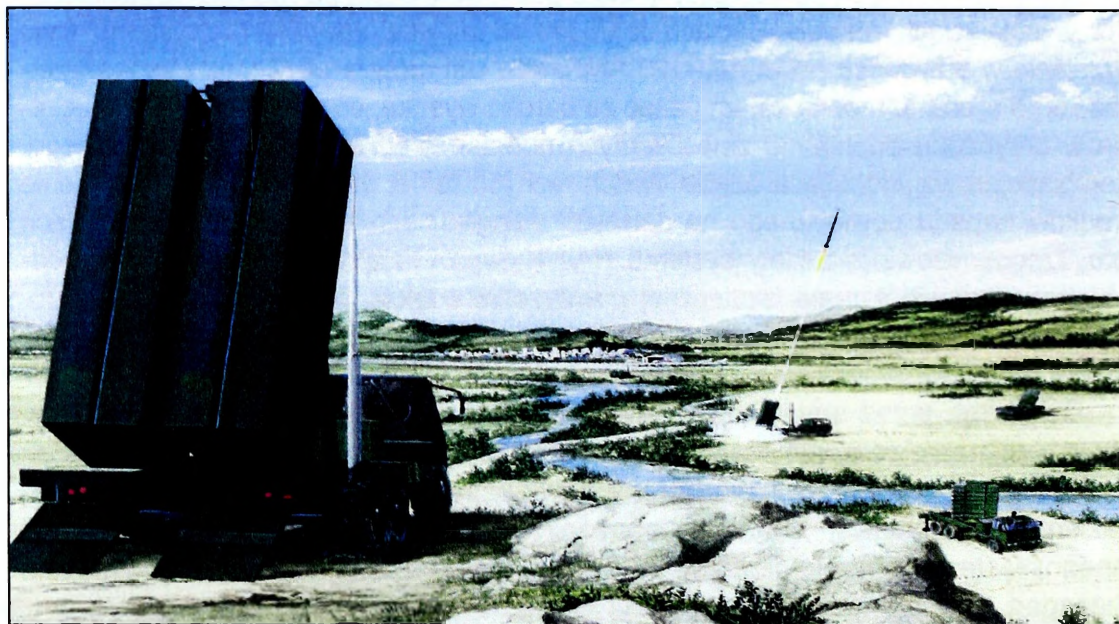
Dokonana przez analityków amerykańskich ocena systemów raketowych będących w uzbrojeniu wykazała, że także inne systemy nie spełniają wymagań związanych z perspektywiczną obroną powietrzną, w tym z dużą mobilnością jej naziemnych systemów⁷⁷. Jednym z ważniejszych wymagań sformułowanych dla innego systemu obrony przeciwlotniczej średniego zasięgu – MEADS (Medium Extended Air Defense System) – była potrzeba zapewnienia dookrężnej obrony, a tym samym możliwości zwalczania szerokiego spektrum środków napadu powietrznego w zakresie od 0 do 360°⁷⁸.

⁷⁶ A. Halama, A. Radomyski, *Wojska obrony przeciwlotniczej*, AON, Warszawa 2004, s. 96.

⁷⁷ *Defense Acquisition. Decision Nears Medium Extended Air Defense System*, United States General Accounting Office, June 1998, s. 1.

⁷⁸ Tamże, s. 5.

Oceny przeprowadzone przez analityków amerykańskich wykazały, że produkcja przeciwlotniczego systemu MEADS może zostać rozpoczęta prawdopodobnie nie wcześniej niż w 2012 roku⁷⁹. Zgodnie z przyjętymi założeniami MEADS ma być wysoce mobilnym naziemnym systemem obrony powietrznej, którego możliwości bojowe pozwolą na skuteczną obronę manewrujących jednostek wojsk lądowych oraz obiektów i środków stacjonarnych o dużym znaczeniu wojskowym i cywilnym. System powinien posiadać więc zdolności do obrony obiektów punktowych oraz obszaru przed intensywnymi uderzeniami z powietrza taktycznymi rakietami balistycznymi, raketami skrzydlatymi, niekierowanymi pociskami raketowymi dużego kalibru, samolotami i śmigłowcami najnowszej generacji, bezałogowymi aparatami latającymi oraz raketami przeciwradiolokacyjnymi, odpalanymi z platform powietrznych. System MEADS powinien zapewnić obronę dookrężną przed wymienioną gamą środków napadu powietrznego przeciwnika (rys. 17). Zdaniem ekspertów zajmujących się obroną powietrzną wypełni on dostrzegalną lukę pomiędzy mniejszymi, przenośnymi zestawami raketowymi, takimi jak Stinger, i systemami dalekiego zasięgu klasy THAAD. Założenia operacyjnego użycia systemu uwzględniają jego działanie w połączeniu z innymi siłami i środkami obrony powietrznej lub samodzielnie. Ponadto postawiono mu wysokie wymagania w zakresie mobilności na poziomie strategicznym. System ma być przystosowany do transportu drogą powietrzną przez samoloty C-130 Hercules lub inne średnie samoloty transportowe. W raporcie dla Kongresu Stanów Zjednoczonych wykazano, że przerzut batalionu MEADS będzie wymagał o połowę mniejszego wysiłku lotnictwa transportowego w porównaniu z batalionem Patriot.



Źródło: *Reset of the World Missiles*, dostępne z: <http://www.fas.org>.

Rys. 17. Bateria startowa PZR MEADS na stanowisku startowym

⁷⁹ Warto wspomnieć, że MEADS jest projektem realizowanym przez Stany Zjednoczone (58%), Niemcy (25%) oraz Włochy (17%).

System MEADS składa się z sześciu głównych elementów: wielofunkcyjnego radaru kierowania ogniem, radaru wykrywania, podsystemu dowodzenia w niektórych opracowaniach nazywanego także centrum dowodzenia (BMC4I), raket przeciwlotniczych z kontenerami (obecnie wykorzystuje się PAC-3), wyrzutni oraz samochodów załadowczych. W typowym scenariuszu odpierania uderzeń powietrznych (w tym raketowych) radar wykrywania zamontowany na samochodzie terenowym skanuje przestrzeń powietrzną w poszukiwaniu środków napadu powietrznego w zakresie 360° i przesyła dane do centrum dowodzenia.

Podsystem dowodzenia łączy wszystkie elementy tego systemu, a także umożliwia integrację MEADS z całym systemem obrony przeciwrakietowej. W sytuacji gdy zostanie wykryta raketa balistyczna, radar systemu MEAD wytwarza szczegółowy raport ze śledzenia, a podsystem BMC4I przesyła komendy startowe do mobilnych wyrzutni. Każda wyrzutnia jest przystosowana do przechowywania i odpalania rakiet przeciwlotniczych PAC-3. Zgodnie z założonymi na wstępie projektu (programu) wymaganiami odnoszącymi się do wysokiej mobilności systemu istnieje możliwość przelotu wyrzutni samolotami transportowymi C-130 oraz A-400M. Zastosowano także rozwiązanie umożliwiające rozmieszczenie wyrzutni w znacznej odległości od radaru oraz jednostki dowodzenia (BMC4I)⁸⁰.

W 1989 roku Francja wraz z Włochami, w ramach ogólnego programu „Future Surface – to Air Family”, zawiązała konsorcjum Eurosam GIE do realizacji idei budowy przeciwlotniczego systemu raketowego średniego zasięgu. Jednym z kierunków tych szeroko zakrojonych prac jest przeciwlotniczy system raketowy SAMP/T⁸¹.

Program ten jest wyraźnie ukierunkowany na stworzenie przeciwlotniczego i przeciwrakietowego naziemnego systemu obrony powietrznej średniego zasięgu, przeznaczonego do zwalczania szerokiego spektrum środków napadu powietrznego. Głównym elementem tego systemu jest wielofunkcyjny, trójwspółrzędny radiolokator ARABEL z fazową siecią antenową o zasięgu do 100 km, pracujący w zakresie częstotliwości 8–12 GHz. Radar ten może prowadzić obserwację przestrzeni powietrznej dookoła (0° do 360°) i w elewacji w zakresie od 0° do 70–75°. Cele powietrzne o skutecznej powierzchni odbicia równej 1 m² radiolokator ten może wykrywać z odległości 60 do 65 km. Równocześnie jest w stanie obserwować 50 celów powietrznych i naprowadzać na nie do 10 przeciwlotniczych pocisków raketowych. Kąt obserwacji stacji w przekroju pionowym wynosi 0–70° (75°) i w związku z tym powstaje niewielki martwy stożek w przestrzeni powietrznej. Do jego wyeliminowania zastosowano dodatkowy radiolokator Zebra, który śledzi pionowy wycinek w zakresie ± 40° i ostrzega przed uderzeniem z tego kierunku.

Moduł dowodzenia może kierować jednocześnie pracą sześciu wyrzutni rozmieszczonych w odległości do 10 km. Na każdej wyrzutni przewiduje się miejsce

⁸⁰ *Defense Acquisition. Decision Nears Medium...*, wyd. cyt., s. 98.

⁸¹ Geneza programu SAMP/T sięga początku lat 80., kiedy to Francja prowadziła samodzielne prace nad koncepcją budowy jednolitej rodziny systemów raketowych przeznaczonych do obrony przeciwlotniczej i przeciwrakietowej obiektów lądowych i morskich, o możliwie dużej zamienności poszczególnych elementów.

dla ośmiu pocisków przeciwlotniczych. Elementy wyrzutni będą zamontowane na francuskich samochodach ciężarowych Renault TRM lub włoskich Astra Ivecco⁸².

Dwustopniowa rakietka ASTER-30 o masie 450 kg, według ekspertów francuskich, rozwija prędkość do 1350 m/s i może niszczyć klasyczne środki napadu powietrznego na odległościach dochodzących do 85 km. Warto zwrócić uwagę, że możliwości przestrzenne systemu w niszczeniu rakiet balistycznych są mniejsze w porównaniu z konwencjonalnymi środkami napadu powietrznego, ponieważ maksymalny zasięg rażenia w tym wypadku wynosi jedynie około 30 km. Pocisk raketowy jest odpalany pionowo, co jest niewątpliwą zaletą tego systemu. Przewiduje się, że system ten będzie zwalczał samoloty rozpoznawcze na odległości sięgającej 70 km, samoloty zakłócające do 100 km oraz manewrujące samoloty odrzutowe w przedziale od 15 do 25 km⁸³.

Reasumując można założyć, że SAMP/T będzie zwalczał taktyczne rakiety balistyczne klasy Luna-M (Frog-7) i Toczka. Ocenia się, iż system ten posiada wystarczające możliwości w zakresie zwalczania rakiet balistycznych o zasięgu działania mniejszym niż 100 km. Rozwijana wersja tego systemu będzie mogła skutecznie niszczyć rakiety balistyczne (np. SS-1 Scud) odpalane z wyrzutni odległych od systemu o 500–600 km. Przewiduje się, że możliwości bojowe kolejnej, przyszłościowej wersji tego systemu pozwolą podjąć skuteczną walkę z raketami balistycznymi o zasięgu od 1000 do 2000 km.

3.3. Kierunki rozwoju naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych małego i bliskiego zasięgu

Kierunki rozwoju naziemnych przeciwlotniczych zestawów małego i bliskiego zasięgu wyznaczają programy rozwojowe najbardziej zaawansowanych spośród nich. Oceniając możliwości i przydatność systemów raketowych małego zasięgu wykorzystujących pocisk AIM-120 AMRAAM, warto zwrócić uwagę na norweski przeciwlotniczy system raketowy NASAMS. W systemie tym przewidziano wykorzystanie jedynie pocisków AIM-120 AMRAAM, które umieszczono w specjalnych kontenerach na wyrzutni raketowej. Unikalność tego rozwiązania polega na wykorzystaniu jednego typu pocisku zarówno jako uzbrojenia samolotu do zwalczania celów powietrznych, jak i omawianego tu przeciwlotniczego systemu raketowego. W tym wypadku uzasadniona jest teza, że taka koncepcja naziemnego systemu obrony powietrznej jest szczególnie racjonalna pod względem ekonomicznym. Stwarza bowiem możliwość nabycia tych systemów nie tylko państwom bogatym, ale także krajom, których budżety na obronę są zdecydowanie mniejsze.

Jednym z elementów udoskonalenia systemu jest opracowane przez firmę Kongsberg centrum kierowania ogniem. W skład systemu wchodzi także produk-

⁸² *Defense Acquisition. Decision Nears Medium...*, wyd. cyt., s. 50.

⁸³ Tamże.

wany przez Raytheon radar AN/MPQ-64, stacja radiolokacyjna wykrywania celów powietrznych TPQ-36 oraz zamontowany na samochodzie ciężarowym system śledzenia wykorzystujący kamery pracujące w podczerwieni.

Jednym z najpopularniejszych obecnie przenośnych przeciwlotniczych systemów raketowych jest amerykański Stinger. System ten okazał się konstrukcją wyjątkowo udaną i po pomyślnym przeprowadzeniu testów przez General Dynamics w 1980 roku rozpoczęto jego seryjną produkcję. Na przestrzeni kolejnych lat zestaw ten był wielokrotnie modernizowany⁸⁴.

Należy podkreślić, że zestaw Stinger był konstruowany z myślą o zagrożeniach perspektywicznych, wykraczających poza lata 80. i 90. Jest on przenośnym przeciwlotniczym zestawem raketowym przeznaczonym do zwalczania samolotów odrzutowych, turbośmigłowych oraz śmigłowców na małych wysokościach. Idea konstrukcji zestawu została oparta na zasadzie „odpal i zapomnij”. Zestaw, podobnie jak inne tego typu systemy, składa się z trzech zasadniczych elementów: pocisku, wyrzutni i urządzenia startowego⁸⁵.

W pocisku zastosowano głowicę samonaprowadzającą na podczerwień oraz system nawigacji proporcjonalnej. Pocisk jest umieszczony w aluminiowej tubie wyrzutni, która wraz z nim stanowi jeden moduł niewymagający elaboracji i serwisu. Urządzenie startowe w postaci specjalnego uchwytu zawiera niezbędne podzespoły elektroniczne oraz antenę urządzenia rozpoznawczego AN/PPX-1. Do transportu zestawu używa się specjalnego kontenera, który może być przewożony przez różne pojazdy wojskowe.

Zasada działania zestawu polega na tym, że po wzrokowym wykryciu środka napadu powietrznego strzelec kieruje wyrzutnię na właściwą stronę i namierza ŚNP celownikiem optycznym. W ten sposób rozpoczyna proces przechwytywania obiektu powietrznego przez głowicę pocisku raketowego, przy czym do jego identyfikacji wykorzystuje urządzenie „swój-obcy”. Następnie operator odpala pocisk w kierunku obiektu uznanego za cel powietrzny.

Oceniając rozwój tej konstrukcji i zainteresowanie nią przez wiele państw można przypuszczać, że do 2025 roku system ten będzie wykorzystywany do bezpośredniej obrony przeciwlotniczej obiektów. Chodzi tu nie tylko o wersje przenośne tych systemów, ale przede wszystkim o te, które montowane są na różnego typu pojazdach bojowych.

Systemem wyznaczającym standardy rozwoju przeciwlotniczych systemów bliskiego zasięgu jest także ADATS. Jest on efektem rozpoczętej pod koniec lat 90. XX wieku współpracy międzynarodowej. Określenie „wielozadaniowy” w pełni od-

⁸⁴ Poprzednikiem przenośnego systemu przeciwlotniczego Singer był MIM-43A Redeye. Jego wprowadzenie do uzbrojenia znacznie wzmocniło obronę i osłonę zarówno zgrupowań wojsk lądowych, jak i obiektów stacjonarnych. Zestawy te miały jednak wiele wad, dlatego konstruktorzy z General Dynamics Pomona Division podjęli prace mające na celu udoskonalenie zestawu. Ważnym elementem, który miał być wprowadzony do zestawu, było urządzenie rozpoznawcze „swój-obcy”. Uwzględniając trudności, jakie wystąpiły przy opracowywaniu głowicy umożliwiającej przechwycenie celu powietrznego z przedniej półsfery, podjęto decyzję o rozpoczęciu prac nad alternatywną wersją zestawu, którą nazwano Stinger.

⁸⁵ A. Halama, A. Radomyski, *Wojska obrony...*, wyd. cyt., s. 117.

daje jego wyjątkowe cechy, albowiem został on zaprojektowany z myślą o wykorzystaniu nie tylko do walki ze środkami napadu powietrznego, ale również do zwalczania celów naziemnych. W systemie tym zastosowano szereg niespotykanych wcześniej rozwiązań konstrukcyjnych, zgodnie z tendencją tworzenia maksymalnie kompleksowych i interfunkcyjnych środków obrony wojsk lądowych przed różnymi zagrożeniami⁸⁶. W latach 90. ADATS stał się podstawowym samobieżnym środkiem obrony przeciwlotniczej na szczeblu brygady.

Podstawowym środkiem wykrywania środków napadu powietrznego jest impulsowo-doplerowska stacja radiolokacyjna przeszukiwania przestrzeni powietrznej, której antena, wyposażona w układ stabilizujący ją w czasie jazdy, zamontowana jest w tylnej części wieży. Stacja ta charakteryzuje się bardzo dużą zbieżnością wiązki radiolokacyjnej, dzięki czemu może skutecznie wykrywać cele o małych wymiarach w trudnych warunkach terenowych. Nowoczesne układy cyfrowej syntezy częstotliwości mogą zmieniać ją w krótkim czasie, zachowując stabilność parametrów w różnych warunkach, co znacznie zmniejsza wpływ aktywnych środków przeciwdziałania elektronicznego na pracę systemu. Stacja ta może wykrywać cele nisko lecące z odległości 24 km. Cele zobrazowywane na monitorze dowódcy wozu bojowego mogą być automatycznie klasyfikowane.

Pojedyncza stacja radiolokacyjna systemu może jednocześnie śledzić do sześciu środków napadu powietrznego⁸⁷. Cele naziemne natomiast wykrywa przy użyciu systemu elektrooptycznego produkcji amerykańskiej, składającego się z kamery telewizyjnej i termowizyjnej. System służy do precyzyjnego śledzenia celów, w tym także powietrznych w fazie naprowadzania rakiet. Kamera termowizyjna pracuje w paśmie 8–12 μm , co umożliwia obserwację w warunkach zapylenia i zadymienia. W warunkach użycia przez przeciwnika silnych zakłóceń elektronicznych może częściowo zastępować stację radiolokacyjną. Pomiar odległości do celów naziemnych odbywa się za pomocą dalmierza laserowego.

Pocisk raketowy systemu wyposażony jest w głowicę bojową podwójnego działania. Jest to przeciwpancerny ładunek kumulacyjny o masie ponad 12 kg. Znajduje się on w obudowie, z której w trakcie wybuchu formowane są odłamki rażące słabiej opancerzone cele naziemne. W silniku raketowym wykorzystano stały, bezdymny materiał napędowy nadający pociskowi w bardzo krótkim czasie ponad trzykrotną prędkość dźwięku (ponad 1000 m/s). Prędkość pocisku jest tak duża, że gdyby ADATS był wyłącznie systemem przeciwpancernym, to zbędny byłby ładunek kumulacyjny. Do przebicia pancerza prawie każdego współczesnego, i prawdopodobnie perspektywicznego, wozu bojowego (czołgu) wystarczyłaby bowiem energia kinetyczna niewielkiego rdzenia⁸⁸. Przewiduje się, że system ten będzie stosowany i ciągle doskonalony w przyszłości.

⁸⁶ ADATS, dostępne z: <http://www.republika.pl/zestawy/adats/adats.htm>.

⁸⁷ Istnieje możliwość rozszerzenia możliwości obliczeniowych i wtedy system ADATS może śledzić 10 celów powietrznych.

⁸⁸ ADATS, wyd. cyt.

Za niezwykle interesujące konstrukcje słusznie uznaje się przeciwlotnicze zestawy raketowo-artyleryjskie. Idea zestawów raketowo-artyleryjskich, w literaturze anglojęzycznej określanych mianem hybrydowych, łączy zastosowanie przeciwlotniczych karabinów maszynowych oraz pocisków raketowych w jednym, mobilnym module bojowym. Należy podkreślić, że pomysł ten został wprowadzony w życie wiele lat temu przez Związek Radziecki. Państwa zachodnie pracę nad tego rodzaju uzbrojeniem rozpoczęły trochę później i przyjęły inną niż ZSRR koncepcję, koncentrując się na tworzeniu lekkich systemów montowanych na pojazdach terenowych. Zdaniem ekspertów, zarówno wschodnich, jak i zachodnich, za jedną z najciekawszych konstrukcji systemów hybrydowych można uznać Tunguzkę.

Przeciwlotniczy zestaw raketowo-artyleryjski Tunguzka jest przeznaczony do zwalczania środków napadu powietrznego i celów naziemnych, na postoju, w ruchu i z krótkich postojów z zadaniem osłony elementów ugrupowania bojowego oddziałów (pułku zmechanizowanego i pułku czołgów) przed nisko lecącymi celami powietrznymi. W skład zestawu zamontowanego na transporterze typu GM-352MTS wchodzi⁸⁹:

- dwie 30 mm armaty przeciwlotnicze,
- cztery rakiety kierowane,
- stacja radiolokacyjna,
- urządzenie rozpoznawcze „swój-obcy”,
- urządzenia nawigacyjne,
- noktowizor.

Standardowa bateria przeciwlotnicza składa się z sześciu wozów bojowych (wyrzutni) oraz trzech pojazdów transportowo-załadowniczych. O wykazywanej przez ekspertów efektywności tego systemu świadczy nie tylko jego siła ognia (np. prawdopodobieństwo zniszczenia celu powietrznego jedną rakietą ocenia się na 0,65), ale również znaczące możliwości środków radiolokacyjnych (dwa zakresy wykrywania: 20 i 13 km). System ten może otrzymywać także informacje z innych środków i punktów rozpoznania. Na początku lat 90. system dodatkowo został wyposażony w elektroniczną aparaturę naprowadzania, obejmującą: kamerę telewizyjną, dalmierz laserowy oraz zmodernizowany radiolokator.

Armaty przeciwlotnicze tego systemu mogą niszczyć środki napadu powietrznego przeciwnika na odległości dochodzącej do 4000 m. Mogą prowadzić ogień z różną szybkostrzelnością (7000 do 5000 strz/min). Maksymalny zasięg przeciwlotniczych pocisków raketowych wynosi 8 km. Bliższą granicę strefy ognia oszacowano na 2500 m.

Do niewątpliwych zalet tego systemu można zaliczyć: niewielkie gabaryty, dużą mobilność, zdolność do towarzyszenia manewrowym środkom wojsk lądowych oraz krótkim czasem reakcji na zagrożenia ze strony środków napadu powietrznego. Bardzo ważne znaczenie ma także zdolność systemu do prowadzenia walki w warunkach zakłóceń elektronicznych. Należy zaznaczyć, że państwa zachodnie nie dysponują odpowiednikiem systemu Tunguzka.

⁸⁹ A. Halama, A. Radomyski, *Wojska obrony...*, wyd. cyt., s. 121.

Stany Zjednoczone od wielu lat preferują bowiem lekkie, mobilne pojazdy z mieszanym przeciwlotniczym uzbrojeniem bliskiego zasięgu. Podstawową konstrukcją amerykańską jest system hybrydowy Avancer, produkowany przez koncern Boeinga, który montowany jest na pojeździe HMMWV. Zasadniczym uzbrojeniem tego systemu jest osiem pocisków raketowych Stinger o maksymalnym zasięgu 8 km. Posiada on także 12,7 mm przeciwlotniczy karabin maszynowy (szybkostrzelność 1100 strz/min z zapasem 300 sztuk naboji)⁹⁰.

Dużą zaletą tego systemu jest wspomniana mobilność. Jego małe gabaryty pozwalają na przewóz transportem powietrznym. Trzy pojazdy Avanger mogą być przewożone przez jeden samolot transportowy C-130. Natomiast pojedynczy moduł ogniowy może być transportowany przez śmigłowce UH-60 lub CH-47.

Ocenia się, że system Tunguzka oraz inne konstrukcje tej klasy są wyjątkowo perspektywicznymi naziemnymi środkami obrony powietrznej bliskiego zasięgu. Można zatem założyć, że prace rozwojowe nad systemami hybrydowymi będą kontynuowane nawet po 2025 roku.

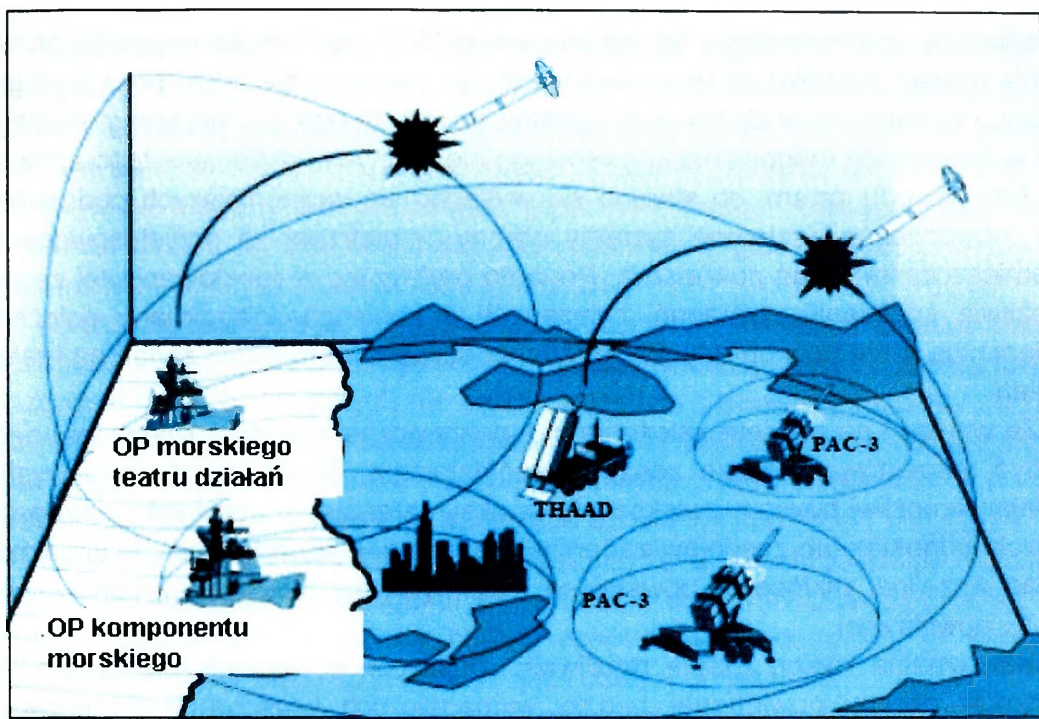
Biura konstrukcyjne koncentrują się na rozwoju różnorodnych elementów, przede wszystkim systemów wykrywania środków napadu powietrznego oraz alternatywnych sposobów naprowadzania pocisków raketowych.

3.4. Właściwości użycia naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych w perspektywicznej obronie powietrznej

Przeciwstawienie się perspektywnym zagrożeniom powietrznym, z których z pewnością największym wyzwaniem dla obrony powietrznej będą rakiety balistyczne średniego i krótkiego zasięgu, wymaga racjonalnego tworzenia ugrupowań bojowych naziemnych sił obrony powietrznej oraz właściwego do sytuacji ich użycia. Trzeba jednakże zaznaczyć, że będą one jedynie elementem zintegrowanego podsystemu ogniowego obrony powietrznej, obejmującego także morskie systemy OP tworzące obronę powietrzną morskiego teatru działań oraz samego komponentu morskiego (rys. 18). Naziemny podsystem rażenia uzupełniać będą samoloty, mogące zwalczać konwencjonalne środki napadu powietrznego w powietrzu, a rakiety balistyczne na ziemi.

Uzasadnione jest założenie, że skuteczne zastosowanie nowoczesnych systemów rażenia musi bazować na wypracowanych wcześniej zasadach. Nadal będą obowiązywały sprawdzone do tej pory zasady użycia sił obrony powietrznej, których respektowanie w praktyce powinno umożliwić wykonanie zadań stawianych jednostkom lub zespołom zadaniowym naziemnej OP. Do zasad tych można zaliczyć: komplementarność, zmasowanie, manewrowość oraz współdziałanie.

⁹⁰ R. Braybrook, *Land – based Vshorad and Shorad Systems*, „Amada International” 2002, nr 2, s. 46.



Rys. 18. Idea funkcjonowania systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych w obronie powietrznej

Jedną z niepodważalnych zasad obowiązujących w przyszłej, skoordynowanej i rozszerzonej obronie powietrznej, w której dominująca rola przypadnie prawdopodobnie naziemnym systemom, pozostanie komplementarność. Istota tej zasady wyraża się w równoważeniu ograniczeń jednego systemu możliwościami innego. A zatem dowódca odpowiedzialny za obronę powietrzną, mając na względzie tę zasadę, obligatoryjnie bierze pod uwagę nie tylko potencjał OP sił powietrznych, ale także innych rodzajów sił zbrojnych i rodzajów wojsk. Takie podejście, zdaniem autorów, zwiększa prawdopodobieństwo obrony obiektów, a tym samym i wykonania stawianych zadań.

Druga z wymienionych zasad – zmasowanie – polega na skupieniu wysiłku obrony powietrznej w osłonie ściśle określonych obiektów o kluczowym znaczeniu. W praktyce wyraża się to w zaangażowaniu wystarczającego potencjału ogniowego naziemnych sił obrony przeciwlotniczej sił powietrznych oraz środków obrony przeciwlotniczej innych rodzajów sił zbrojnych do skutecznej osłony starannie wyselekcjonowanych obiektów (zarówno wojskowych, jak i cywilnych) przed rozpoznaniem i uderzeniami z powietrza. Uzasadniona w tym wypadku wydaje się konstatacja, że zasada ta nabiera jeszcze większego znaczenia w perspektywie walki z rakietami balistycznymi potencjalnego przeciwnika.

Nie ma wątpliwości także co do tego, że w planowaniu i funkcjonowaniu przyszłej obrony powietrznej powinna być brana pod uwagę zasada manewrowości

(mobilności). Implementacja tej zasady uwzględnia bowiem konieczność prowadzenia działań nie tylko na terytorium własnego państwa, ale także poza jego granicami, i to zarówno w operacjach zgodnych z art. 5 Traktatu Waszyngtońskiego, jak i w operacjach reagowania kryzysowego nie objętych ustaleniami tego artykułu. Nie bez powodu zatem, co starano się wykazać we wcześniejszych podrozdziałach, nowoczesne naziemne systemy obrony powietrznej są przystosowane do przemieszczania drogą powietrzną. Ponadto praktyczne respektowanie tej zasady umożliwia spełnienie wymagań związanych z koniecznością zmiany położenia naziemnych systemów obrony powietrznej podczas wykonywania zadań na teatrze działań.

Ze względu na przyjęte założenia perspektywicznej obrony powietrznej powinna być respektowana także zasada współdziałania. Ścisła koordynacja wysiłku i działań umożliwi bowiem zwiększenie (maksymalizację) skuteczności zaangażowanych jednostek lub zespołów zadaniowych, pozwalając jednocześnie zminimalizować wszelkie zakłócenia powstające od innych działających systemów walki obrony powietrznej.

Maksymalne wykorzystanie możliwości bojowych nowoczesnych naziemnych systemów obrony powietrznej będzie wymagało ich właściwego ugrupowania w terenie. W tym kontekście wypracowane w ubiegłym wieku wytyczne do tworzenia ugrupowań naziemnych sił obrony powietrznej w niczym nie straciły na wartości, a tym samym można przyjąć, iż będą wykorzystywane także w bliższej perspektywie czasowej. W naziemnych siłach obrony powietrznej państw Sojuszu Północnoatlantyckiego wyodrębniono wytyczne dotyczące osłony okrężnej, osłony głęboko rzutowanej, zwalczania na podejściach, wzajemnego wsparcia, zazębiania się ognia oraz osłony kierunku⁹¹. Należy podkreślić, że zastosowanie wspomnianych wytycznych będzie determinowane głównie wnioskami wynikającymi z oceny konkretnej sytuacji w obszarze (regionie) działań oraz specyfiką postawionych zadań. Jednakże bez względu na wymienione uwarunkowania wzajemne wsparcie jednostek lub zespołów zadaniowych powinno być zawsze brane pod uwagę. Naziemne systemy obrony powietrznej, szczególnie te posiadające zdolności do niszczenia rakiet balistycznych, są zbyt drogimi środkami walki, aby świadomie narażać je na zniszczenie. Tworzone ugrupowania bojowe naziemnych sił obrony powietrznej muszą zatem zapewniać, oprócz wykonania zadań, także ich wzajemną osłonę w walce ze środkami napadu powietrznego przeciwnika.

Zakłada się także, że w wypadku tworzenia ugrupowania bojowego ukierunkowanego na zwalczanie rakiet balistycznych równie ważne znaczenie ma głębokość tego ugrupowania. Dzięki temu możliwe będzie zapewnienie ciągłego i, co nie bez znaczenia, narastającego oddziaływania ogniowego na rakiety balistyczne odpalone ze strony jednoznacznie zdefiniowanego przeciwnika.

⁹¹ B. Zdrodowski i in., *Słownik pojęć sojuszniczej obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2003, s. 15; M. Marszałek, A. Radomski, *Metodyka pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia brygady raketowej sił powietrznych*, AON, Warszawa 2003; M. Marszałek i in., *Podstawy taktyki wojsk obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2004, s. 29.

Wyjaśniając ideę funkcjonowania perspektywicznej obrony powietrznej, nie wolno nie dostrzegać znaczenia zintegrowanego podsystemu dowodzenia i kontroli oraz rozpoznania, bez których podjęcie skutecznej walki z tak szerokim spektrum środków napadu powietrznego nie byłoby możliwe. Jednakże złożoność tej problematyki wymaga przeprowadzenia odrębnych badań. Uwzględniając zatem przedmiot badań, wysiłek badawczy skoncentrowano głównie na perspektywicznych naziemnych systemach obrony powietrznej.

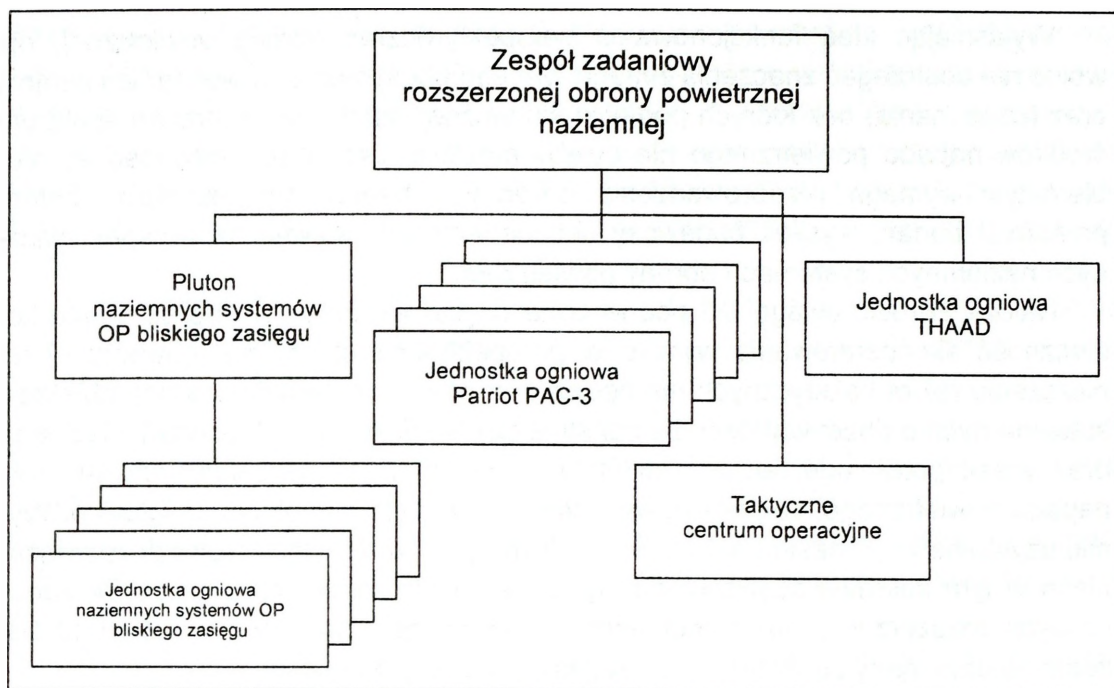
Należy zwrócić uwagę, że podnoszona często w niniejszym opracowaniu konieczność skoncentrowania wysiłku w perspektywicznej obronie powietrznej na niszczeniu rakiet balistycznych nie będzie zwalniała z obowiązku obrony obiektów stacjonarnych o dużej wartości dla państwa czy też Sojuszu Północnoatlantyckiego oraz wojsk przed uderzeniami rakiet skrzydlatych i konwencjonalnych środków napadu powietrznego, za jakie powszechnie uznaje się samoloty i śmigłowce. Wyniki uzyskane w procesie badawczym wskazują, że w dotychczasowych rozwiązaniach w tym zakresie dostrzegalne są tendencje do formowania zespołów zadaniowych rozszerzonej naziemnej obrony powietrznej. Zakłada się, że trend ten zostanie utrzymany zarówno w bliższej, jak i dalszej przyszłości.

Skuteczne wykonanie zadań może zapewnić zespół zadaniowy, w którego skład powinny wejść obowiązkowo przeciwlotnicze systemy raketowe mogące niszczyć rakiety balistyczne, takie jak THAAD i Patriot PAC-3, lub inne systemy o podobnych lub większych możliwościach bojowych⁹². Uwzględniając wspomniane zasady i wytyczne dotyczące przygotowania i użycia naziemnych sił obrony powietrznej, wydaje się, że racjonalnym rozwiązaniem jest formowanie bardziej rozbudowanego zespołu zadaniowego (rys. 19).

Przeprowadzone oceny wskazują, że w skład takiego zespołu zadaniowego powinny wejść także przeciwlotnicze systemy raketowe bliskiego zasięgu, które zapewniałyby bezpośrednią obronę przeciwlotniczą obiektów i wojsk oraz likwidowały zagrożenia wynikające z użycia konwencjonalnych środków napadu powietrznego.

W aspekcie przyszłych operacji – nie tylko wojennych, ale także (jeśli nie przede wszystkim) o charakterze reagowania kryzysowego – nie bez znaczenia jest fakt, że skład zaproponowanego zespołu zadaniowego umożliwi jego szybkie przemieszczenie w dowolny region świata. Szybkość reagowania słusznie bowiem uznaje się za jeden z podstawowych czynników determinujących skuteczność osłony obiektów o kluczowym dla sił interwencyjnych znaczeniu.

⁹² Uwzględniając aktualny stan realizacji programów badawczo-rozwojowych naziemnych systemów OP, trudno jest jednoznacznie określić, które z nich będą tworzyły podsystem rażenia w rozszerzonej, koordynowanej obronie powietrznej w 2025 roku. Ocenia się jednak, że możliwości bojowe wymienionych tu systemów są na tyle wysokie, iż będą mogły one funkcjonować co najmniej do 2025 roku, jeśli nie dłużej.



Źródło: opracowanie własne na podstawie FM 3-01.85, *Patriot Battalion and Battery Operations*, US Army, 2006.

Rys. 19. Przykładowa struktura zespołu zadaniowego obrony powietrznej

Przyjmuje się, że system THAAD będzie tworzył pierwszą linię obrony na teatrze działań w odpieraniu uderzeń z wykorzystaniem taktycznych rakiet balistycznych. Systemy te będą prowadziły walkę w ściśle określonej strefie. Natomiast systemom przeciwlotniczym Patriot PAC-3 lub innym systemom o zbliżonych bądź lepszych możliwościach bojowych zostanie postawione zadanie zwalczania konwencjonalnych środków napadu powietrznego oraz rakiet balistycznych poruszających się na mniejszych wysokościach w porównaniu z tymi, na których będą ostrzeliwane przez system THAAD. Systemy te, wykorzystując etatowe sensory (środki wykrywania), będą wykrywały, klasyfikowały, identyfikowały i śledziły nadlatujące środki napadu powietrznego, a jeśli zajdzie taka potrzeba niszczyły je.

Można założyć, że zwalczanie konwencjonalnych środków napadu powietrznego (samolotów i śmigłowców) będzie prowadzone sposobem scentralizowanym. Optymalizację ognia oraz wymóg unikania strat ponoszonych od użycia środków walki sojuszników lub własnych zapewni taktyczne centrum operacyjne⁹³. Zwalczanie natomiast taktycznych rakiet balistycznych będzie realizowane sposobem zdecentralizowanym bezpośrednio przez jednostki ogniowe. Ponadto przy-

⁹³ Taktyczne centrum operacyjne może być organizowane na wszystkich szczeblach dowodzenia naziemnymi systemami obrony powietrznej, które posiadają w swoich strukturach sztab. Jako przykład można tu przytoczyć szczebel batalionu, na którym zakłada się funkcjonowanie batalionowego centrum operacyjnego. Przyjmuje się, że taktyczne centrum operacyjne dostarcza podległym mu dowódcom naziemnych sił OP wskazówek i wytycznych w zakresie przygotowania do działań, użycia tych sił oraz rozpoznania.

muje się, że w ugrupowaniu bojowym systemy Patriot PAC-3 powinny osłaniać baterię THAAD przed uderzeniami zarówno konwencjonalnych środków napadu powietrznego, jak i raket skrzydlatych, których potencjalny przeciwnik może użyć do obezwładnienia naziemnego podsystemu rażenia obrony powietrznej.

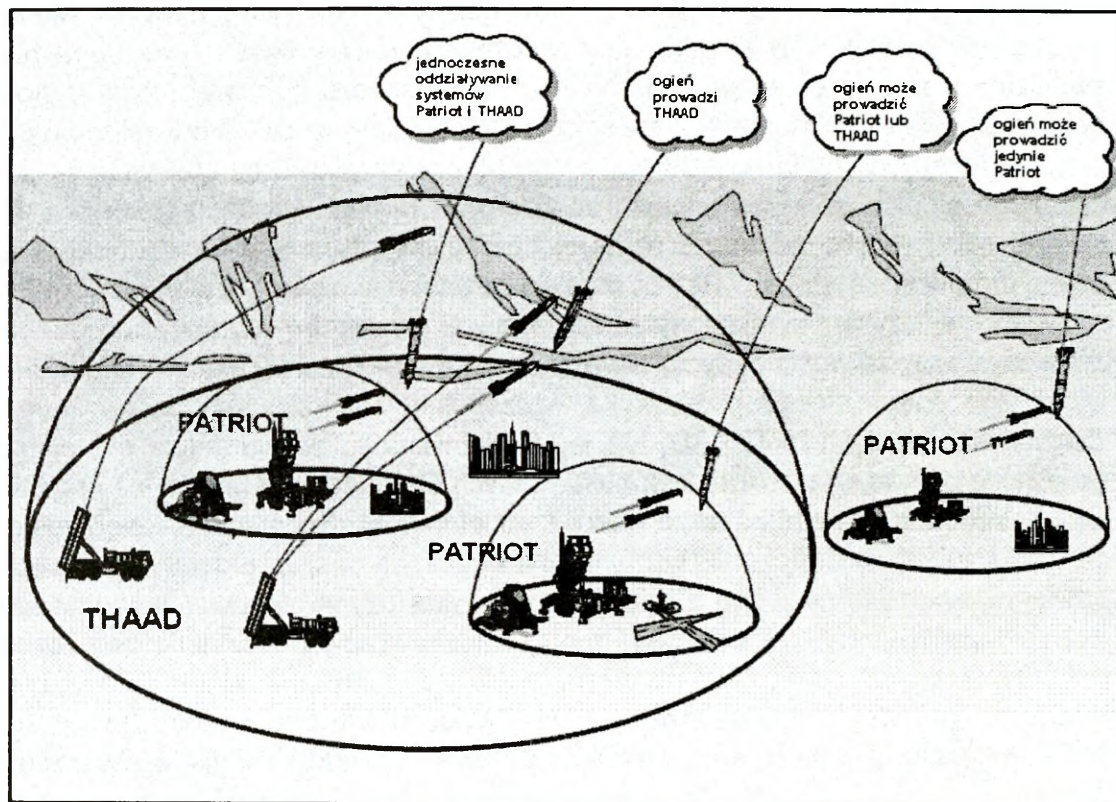
Ocenia się, że istotnym przedsięwzięciem wpływającym na efektywność funkcjonowania zespołu zadaniowego będzie koordynacja działań dwóch kluczowych systemów – THAAD i Patriot PAC-3, lub ewentualnie ich nowych wersji. Ma to szczególne znaczenie w sytuacji, gdy nadlatujące rakiety balistyczne mogą być zwalczane zarówno przez system THAAD, jak i jednostki ogniowe Patriot. Dzięki koordynacji możliwe stanie się zoptymalizowanie zużycia pocisków raketowych przechwytyjących środki napadu powietrznego przeciwnika oraz zapewnienie pożądanego stopnia osłony bronionym obiektom. W ramach koordynacji walki z raketami balistycznymi taktyczne centrum operacyjne powinno zapewnić aktualną ocenę możliwości systemów Patriot w zakresie wsparcia działań systemu THAAD.

Wspólne użycie wymienionych naziemnych systemów obrony powietrznej zwiększyłoby możliwości zespołu zadaniowego w walce ze środkami napadu powietrznego potencjalnego przeciwnika, szczególnie zaś raketami balistycznymi. Zakłada się, że system THAAD, lub jego odpowiednik, zagwarantuje skuteczne niszczenie przede wszystkim raket balistycznych średniego zasięgu, a jeśli zajdzie taka potrzeba, może podjąć także walkę z raketami balistycznymi krótkiego zasięgu (taktycznymi raketami balistycznymi) we wspólnym obszarze działania. Trzeba bowiem podkreślić, że jedną z zasadniczych zalet użycia zespołu zadaniowego jest stworzenie strefy, w której będą mogły oddziaływać jednocześnie dwa różne systemy raketowe, starając się niszczyć nadlatujące taktyczne rakiety balistyczne. Można przyjąć, że przeciwlotnicze systemy Patriot PAC-3 (lub ewentualne ich odpowiedniki) skupią swój wysiłek głównie na obronie obiektów i wojsk przed zagrożeniami wynikającymi z użycia przez przeciwnika raket balistycznych krótkiego zasięgu.

W ten sposób naziemne systemy OP wchodzące w skład zespołu zadaniowego stworzą dwuwarstwową rozszerzoną obronę powietrzną. Kombinację tę można uznać za fundamentalną w konstruowaniu tego rodzaju obrony. Właściwe rozmieszczenie wspomnianych systemów obrony powietrznej (lub ich odpowiedników) w terenie powinno stworzyć warunki do wielokrotnego prowadzenie ognia, co oznacza, iż będzie istniało kilka możliwych wariantów oddziaływania ogniowego do wykrytych środków potencjalnego przeciwnika. Jest to szczególnie ważne w wypadku odpierania uderzeń z zastosowaniem raket balistycznych o zróżnicowanym zasięgu działania.

Na podstawie uzyskanych wyników badań można założyć, że dominującą rolę w dwuwarstwowej obronie powietrznej będzie odgrywał system THAAD, którego możliwości przestrzenne umożliwiają zwalczanie raket balistycznych na dużych wysokościach i odległościach w stosunku do bronionych obiektów. Priorytetowym zadaniem systemu THAAD będzie obrona obiektów przez atakami raket balistycznych średniego zasięgu poruszających się po wyższych, w stosunku do taktycz-

nych rakiet balistycznych, trajektoriach lotu. Natomiast priorytetowymi celami dla systemu Patriot PAC-3, ze względu na jego mniejsze w stosunku do systemu THAAD możliwości bojowe, będą taktyczne rakiety balistyczne. Należy jednak podkreślić, że właściwie zorganizowana obrona teatru działań powinna umożliwić systemom Patriot PAC-3 i THAAD jednoczesne lub kolejne prowadzenie ognia do tych specyficznych środków napadu powietrznego (rys. 20).



Źródło: opracowano na podstawie: FM 3-01.85, *Patriot Battalion and Battery Operations*, US Army, 2006.

Rys. 20. Idea działania naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej w perspektywicznej obronie powietrznej podczas zwalczania rakiet balistycznych

Osiągnięcie pożądanego efektywności użycia naziemnych systemów obrony powietrznej będzie wymagało wypracowania stosownej taktyki działania tych systemów w walce przede wszystkim z rakietami balistycznymi średniego i krótkiego zasięgu, ale także z rakietami skrzydlatymi, bezzałogowymi aparatami latającymi oraz konwencjonalnymi środkami napadu powietrznego.

Zgodnie z ideą odpierania uderzeń, przedstawioną na rys. 20, główny wysiłek naziemnych systemów obrony powietrznej będzie skoncentrowany na zwalczaniu rakiet balistycznych, które ze względu na możliwość przenoszenia broni masowego rażenia będą dla nich priorytetowymi celami powietrznymi. Trzeba podkreślić, że idea ta bazuje na scentralizowanym zarządzaniu, obejmującym dowodzenie i kontrolę naziemnych systemów obrony powietrznej oraz zdecentralizowanym wykonaniu zadań postawionych tym systemom. Wykorzystanie procedur zdecen-

tralizowanej kontroli prawdopodobnie znajdzie zastosowanie głównie w walce z rakietami balistycznymi średniego i krótkiego zasięgu. Zakłada się także, że naziemne systemy obrony powietrznej bliskiego zasięgu będą prowadziły działania sposobem zdecentralizowanym, co z pewnością zwiększy prawdopodobieństwo odparcia uderzenia środków napadu powietrznego poruszających się na małych i bardzo małych wysokościach.

Przedstawione aspekty odpierania uderzeń powietrznych z wykorzystaniem rakiet balistycznych są na tyle racjonalne, że nie należy oczekiwać jakiś diametralnych zmian w tym względzie. Możliwe są jednakże pewne modyfikacje, które mogą być podyktowane wprowadzeniem jeszcze nowocześniejszych naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej niż te, które zostały uwzględnione w scharakteryzowanej koncepcji. Mając na względzie intensyfikację działań zmierzających do implementacji założeń globalnego systemu obrony przeciwrakietowej, można przypuszczać, że rola naziemnych systemów obrony powietrznej mogących zwalczać rakiet balistyczne znacznie wzrośnie. Systemy te mają bowiem zwalczać rakiet balistyczne na ostatnim odcinku toru ich lotu. Uzasadniona zatem wydaje się konstatacja, że naziemne systemy obrony powietrznej będą tworzyły zarówno pierwszą linię obrony na teatrze działań, jak i ostatnią linię obrony w wypadku wykorzystania ich w globalnej obronie przeciwrakietowej.

* * *

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na sformułowanie tezy, że mimo ciągłego rozwoju nowoczesnych technologii do tej pory nie udało się stworzyć systemu rakietowego, którego możliwości bojowe, szczególnie przestrzenne, byłyby utrzymane na jednakowym poziomie we wszystkich, niezbędnych do skutecznej obrony obiektów i wojsk, przedziałach wysokości i odległości. W przyszłości nastąpi zapewne dalsza ewolucja naziemnych systemów rakietowych mogących zwalczać zarówno środki napadu powietrznego na bardzo dalekich odległościach w stosunku do obiektów obrony, jak i w bezpośredniej ich bliskości. Nadal dostrzegalna jest pewna „specjalizacja” systemów, która wskazuje na potrzebę tworzenia wielosystemowych ugrupowań bojowych naziemnych sił obrony powietrznej.

Stąd też w badaniach skoncentrowano się na ocenie i prognozie programów rozwojowych naziemnych systemów obrony powietrznej odzwierciedlających przyjętą na wstępie tego podrozdziału klasyfikację. Należy jednocześnie zwrócić uwagę na długofalowy charakter tych programów, co w praktyce nader często utrudnia określenie, w którym momencie zostały one zakończone lub kiedy podjęto decyzję o ich kontynuacji. Pomimo wykazanych tu trudności możliwe było jednak wskazanie pewnych cech, którymi charakteryzują się obecnie eksploatowane i rozwijane (doskonalone) najnowocześniejsze naziemne systemy obrony powietrznej. Cechy te można uznać za kierunkowe wymagania w stosunku do naziemnych systemów obrony powietrznej do 2025 roku.

Można wyodrębnić następujące cechy perspektywicznych naziemnych systemów obrony powietrznej: wielokanałowość, modułowość, zdolność do funkcjono-

wania w sieciocentrycznym środowisku pola walki, zdolność do zwalczania statków powietrznych (powietrzno-kosmicznych), w tym trudno wykrywalnych, broni precyzyjnego rażenia oraz rakiet balistycznych o zróżnicowanym zasięgu i rakiet skrzydlatych.

Perspektywiczny naziemny system obrony powietrznej powinien charakteryzować się, oprócz wymienionych wcześniej właściwości, także możliwościami informacyjnego sprzężenia go z dużą liczbą istniejących i opracowywanych, perspektywicznych źródeł informacji, zarówno powietrznego, kosmicznego, jak i naziemnego oraz nawodnego bazowania. Parametry zwalczanych środków napadu powietrznego powinny osiągać wartości w zakresie prędkości do 4,8 km/s i odległości odpalenia – do 3500 km⁹⁴.

Wielokanałowość będzie jedną z najważniejszych cech przeciwlotniczych systemów raketowych, nie tylko średniego i dalekiego zasięgu, ale również bliskiego zasięgu. Wskazuje ona na liczbę środków napadu powietrznego, które może zwalczać przeciwlotniczy system raketowy w tym samym czasie. Uwzględniając prognozowane zagrożenia powietrzne, można stwierdzić, że do 2025 roku w obronie powietrznej będą wykorzystywane jedynie wielokanałowe systemy raketowe, o zróżnicowanych możliwościach przestrzennych. Badania dowiodły, że będzie to możliwe dzięki zastosowaniu w systemach raketowych pocisków raketowych klasy „odpal i zapomnij”. Wykorzystanie przeciwlotniczych pocisków raketowych tej klasy, czego przykładem jest chociażby koncepcja przeciwlotniczego systemu raketowego z pociskami AMRAAM na wyrzutniach, poważnie zwiększyłaby możliwości ogniowe naziemnych sił obrony powietrznej. Jest to szczególnie istotne w przypadku odpierania zmasowanych uderzeń środków napadu powietrznego przeciwnika. Zastosowanie tych pocisków korzystnie wpłynie na efektywność niszczenia celów powietrznych na małych wysokościach i w zasadzie uniezależnia zdolności tych systemów od warunków terenowych.

Ocenia się, że do 2025 roku zdolność do niszczenia rakiet balistycznych będzie cechą, którą powinny się charakteryzować wszystkie przeciwlotnicze systemy raketowe dalekiego i średniego zasięgu. Uwzględniając perspektywiczne zagrożenia powietrzne, trudno wyobrazić sobie sytuację, w której decydenci odpowiedzialni za obronę powietrzną wyrażą zgodę na rozpoczęcie projektu badawczego jednokanałowego systemu raketowego. Koszty z tym związane są zbyt duże, aby podejmować rozwiązania, które już na wstępie nie są perspektywiczne. Główne, realizowane aktualnie programy rozwojowe naziemnych systemów obrony powietrznej z reguły spełniają ten postulat. Należy jednak zdawać sobie sprawę, że obecnie żaden z tych programów nie jest na tyle zbliżony do przyjętych na wstępie założeń teoretycznych, aby można go było uznać za zamknięty. Powstają więc kolejne, coraz doskonalsze wersje przeciwlotniczych systemów raketowych (np. Patriot PAC-1, PAC-2, PAC-3).

Istotnym przeobrażeniem uległy również poglądy dotyczące mobilności przeciwlotniczych systemów raketowych. Od pewnego okresu w zasadzie wszystkie

⁹⁴ Wskazany przedział prędkości odnosi się do wszystkich typów środków napadu powietrznego, natomiast odległości jedynie do broni precyzyjnego rażenia oraz rakiet balistycznych.

koncepty tych systemów starają się spełnić wymagania związane z koniecznością krótkiego czasu przejścia systemów z położenia marszowego w bojowe i odwrotnie. Należy zwrócić uwagę także na czas reakcji przeciwlotniczych systemów rakietowych, który stał się istotnym parametrem determinującym jakość naziemnych systemów obrony powietrznej. Manewrowość i krótki czas reakcji systemów rakietowych na zagrożenia powietrzne są więc kolejnymi cechami, jakimi powinny się charakteryzować perspektywiczne systemy. Cechy te są pożądane nie tylko w stosunku do systemów rakietowych średniego i dużego zasięgu, ale również systemów bliskiego zasięgu, które będą wykorzystywane do bezpośredniej obrony obiektów i wojsk. Ocenia się, że wysiłek biur konstrukcyjnych będzie skoncentrowany między innymi na skróceniu wspomnianych czasów, co korzystnie wpłynie na możliwości manewrowe naziemnych systemów rakietowych obrony powietrznej. Nabiera to coraz większego znaczenia, ponieważ prognozy do 2025 roku wyraźnie wskazują na potrzeby realizowania operacji reagowania kryzysowego, które prawdopodobnie mogą w największym stopniu angażować siły zbrojne Sojuszu Północnoatlantyckiego lub koalicji tworzonych z udziałem państw członkowskich NATO. Stworzenie obrony powietrznej w tego rodzaju operacjach pociąga za sobą konieczność wykorzystania właśnie systemów o dużych możliwościach manewrowych oraz zdolnościach do niszczenia rakiet balistycznych, co potwierdziły głównie konflikty w rejonie Zatoki Perskiej w 1991 i 2003 roku.

Wspomniane operacje, które z założenia są i będą prowadzone poza terytorium Sojuszu oraz państw tworzących koalicję, mogą wymagać stosunkowo szybkiego przelotu naziemnych systemów obrony powietrznej do obszaru działań. Stąd też wymóg dużej mobilności tych systemów, co wyraża się w ich zdolności do przewozu lotniczymi środkami transportu. Każdy z omówionych w niniejszym rozdziale programów naziemnych systemów rakietowych posiada takie możliwości. Zakłada się, że trend w tym względzie zostanie utrzymany do 2025 roku, a nawet dłużej. Problem ten dotyczy szczególnie przeciwlotniczych systemów rakietowych średniego i dużego zasięgu, których gabaryty są zdecydowanie większe w porównaniu z systemami małego i bliskiego zasięgu.

Należy również zwrócić uwagę na modułowość perspektywicznych naziemnych systemów obrony powietrznej. Ta właściwość staje się standardem, który będzie wymagany przez użytkowników naziemnych systemów obrony powietrznej i respektowany przez biura konstrukcyjne w rozpatrywanym przedziale czasowym. Decydujące znaczenie w tym względzie będzie miał tzw. podstawowy moduł bojowy (ang. fire unit), który będzie w stanie podjąć skuteczną walkę z przeciwnikiem powietrznym zarówno samodzielnie, jak i w ugrupowaniu bojowym oddziału lub związku taktycznego naziemnych sił obrony powietrznej. Można więc założyć, że potencjał bojowy takiego modułu będzie determinował możliwości bojowe tworzonych w przyszłości podsystemów rażenia poszerzonej koordynowanej obrony powietrznej.

Badania wskazują na prawidłowości występujące w programach rozwojowych przeciwlotniczych systemów rakietowych bliskiego zasięgu, które w przyszłości,

podobnie jak obecnie, przewiduje się do bezpośredniej obrony przeciwlotniczej obiektów stacjonarnych i mobilnych lub osłony systemów raketowych średniego i dużego zasięgu. Można przypuszczać, że w perspektywie 2025 roku znaczącą rolę odegrają systemy hybrydowe (raketowo-artyleryjskie). Systemy tego typu, mając wiele zalet, z pewnością zajmą należne im miejsce w perspektywicznej, rozszerzonej obronie powietrznej.

Racjonalnym ze względu na aspekty ekonomiczne rozwiązaniem wydaje się wprowadzenie systemów raketowych wykorzystujących jako środki rażenia pociski raketowe AMRAAM. Systemy te, które zgodnie z przyjętą klasyfikacją należą do grupy małego zasięgu, charakteryzują się o wiele większymi możliwościami bojowymi nawet w porównaniu ze zmodernizowanymi systemami raketowymi drugiej generacji.

W celu organizacji skutecznej obrony powietrznej w przyszłości uzasadnione będzie zatem oparcie jej na naziemnych przeciwlotniczych systemach raketowych dalekiego zasięgu o możliwościach bojowych odpowiadających systemom Patriot, MEADS, czy też SA-12. Do obrony bezpośredniej celowo jest zastosować systemy raketowo-artyleryjskie, takie jak np. Tunguzka czy ADATS, które mogłyby być wykorzystywane nie tylko do obrony obiektów przed atakami z powietrza, ale także stanowiłyby znaczące wzmocnienie w zakresie obrony naziemnej. Wymienione właściwości są szczególnie pożądane w związku z preferowaną przez Sojusz Północnoatlantycki koncepcją użycia naziemnych sił obrony powietrznej nie tylko do obrony własnych granic, ale również w operacjach reagowania kryzysowego poza terytorium Sojuszu.

Rozdział 4

KIERUNKI ROZWOJU LOTNICTWA SIŁ POWIETRZNYCH DO 2025 ROKU

4.1. Kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych

Badania uwarunkowań rozwoju sił zbrojnych, i na tym tle rozwoju sił powietrznych w perspektywie czasowej około dwudziestu lat, wskazują, że w prognozowanej przyszłości zmniejszać się będą stany ilościowe lotnictwa, co będzie częściowo rekompensowane wzrostem ich możliwości bojowych. Do przeszłości należą długotrwałe działania wojenne o charakterze totalnym, z użyciem tysięcy samolotów wykonujących zmasowane uderzenia. Coraz bardziej charakterystyczne będą działania małymi grupami lub pojedynczymi, trudno wykrywalnymi samolotami, w dowolnych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

W ostatnich kilkunastu latach możemy zaobserwować w działaniach lotnictwa potwierdzającą się prawidłowość – dążenie do zminimalizowania strat własnych samolotów i załóg, ale jednocześnie ograniczanie do niezbędnego minimum strat ludności cywilnej przeciwnika, a nawet strat wśród żołnierzy. Niszczony natomiast jest sprzęt bojowy, infrastruktura czy odcinane jest zaopatrzenie. Tendencja ta będzie zachowana i w przyszłości. Osiągać się to będzie poprzez stosowanie coraz bardziej wyrafinowanego uzbrojenia kierowanego i niekierowanego do zwalczania precyzyjnie wyselekcjonowanych obiektów (celów).

Inną prawidłowością, która wyznacza przyszłe kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych, jest zaprzestanie produkcji samolotów wyspecjalizowanych, przeznaczonych do wykonywania jednego, głównego zadania. Powoli zanika i zanikał będzie podział lotnictwa bojowego na: myśliwskie, uderzeniowe (szturmowe) czy rozpoznawcze. Ich miejsce zajmą uniwersalne platformy bojowe, popularnie nazywane samolotami wielozadaniowymi, przeznaczone do wykonywania różnorodnych funkcji bojowych, w zależności od zabieranego uzbrojenia i wyposażenia. Ich stosowanie znacznie ułatwia planowanie oraz zwiększa elastyczność działań, szczególnie na sieciocentrycznym polu walki⁹⁵.

Podkreślić należy, że zwiększy się znaczenie współdziałania między lotnictwem sił powietrznych a innymi uczestnikami walki sieciocentrycznej. To oznacza, że załogowe lotnictwo sił powietrznych musi posiadać możliwość bezpiecznego przesyłania informacji zdobywanej podczas każdego lotu do wspólnej sieci informacyjnej oraz otrzymywania informacji o sytuacji w rejonie działań i informacji decyzyjnej poprzez bezpieczne, kodowane systemy łączności.

Rozwój techniczny i poszukiwanie nowych technologii w lotnictwie wojskowym są inspirowane wieloma czynnikami. Zasadnicze z nich zostały wymienione wyżej. Wynikają z nich szczegółowe potrzeby taktyczne i związane z nimi parametry tech-

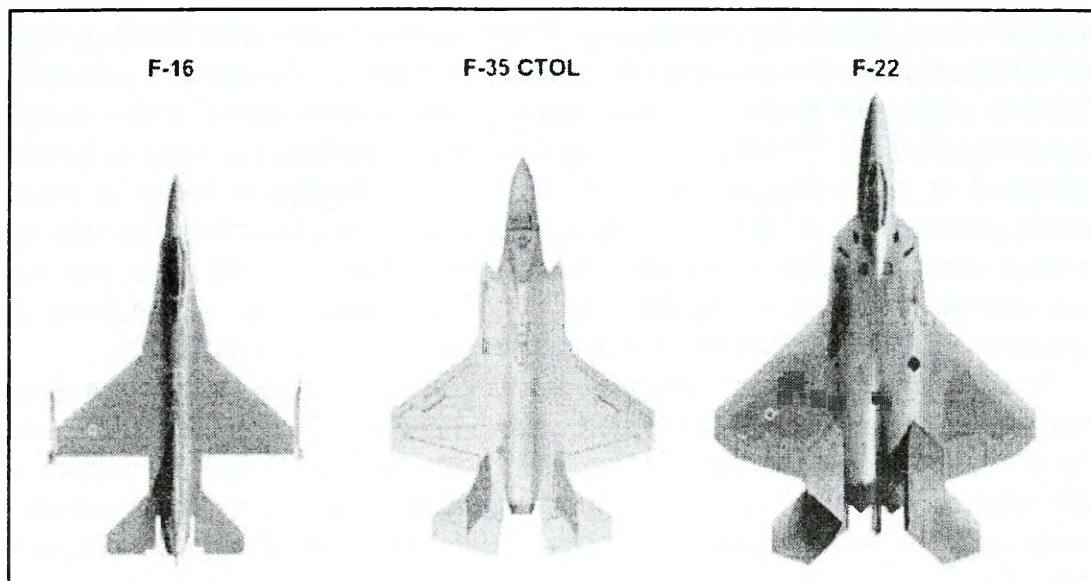
⁹⁵ G.T. Hammond, *The US Air Force in 2025*, August 1996.

niczne, jakimi muszą cechować się konkretne rodzaje samolotów. Badania założeń doktrynalnych i charakterystyk przyszłego środowiska walki lotnictwa pozwalają na określenie następujących głównych kierunków badań i poszukiwania nowych technologii na potrzeby tego rodzaju wojsk w perspektywie czasowej do 2025 r. Po pierwsze, ugruntowanym kierunkiem badań jest dążenie do uzyskania jak największej żywotności lotnictwa bojowego w przyszłym środowisku walki. W tym obszarze będą rozwijane wdrożenia mające na celu uzyskanie niewykrywalności podczas działań nad terytorium przeciwnika i utrzymanie przewagi nad rozpoznawczymi systemami przeciwnika. Drugim kierunkiem jest zapewnienie samolotom bojowym przewagi taktycznej, technologicznej i informacyjnej nad przeciwnikiem. W tym zakresie będą kontynuowane badania nad systemami wykrywania obiektów powietrznych i położonych na powierzchni, nad systemami zobrazowania sytuacji taktycznej, nad zwiększaniem zasięgu i parametrów techniczno-taktycznych lotniczych środków rażenia oraz badania mające na celu poszerzenie możliwości współdziałania lotnictwa z innymi środkami walki i zwiększenie zakresu wykorzystania zewnętrznych systemów wsparcia.

Kierunki rozwoju załogowego lotnictwa sił powietrznych wyznaczają najbardziej zaawansowane obecnie rozwiązania w obszarze budowy płatowców i silników, doskonalenia technologii stealth, pokładowych urządzeń radiolokacyjnych, urządzeń zobrazowania sytuacji i kierowania uzbrojeniem, pokładowych urządzeń i systemów nawigacyjnych, systemów samoobrony samolotów oraz uzbrojenia lotniczego. Przewiduje się, że płatowiec przyszłościowego załogowego samolotu bojowego będzie stanowił kompromis między właściwościami aerodynamicznymi gwarantującymi odpowiednie charakterystyki pilotażowe a minimalną masą zdefiniowaną przez wytrzymałość i sztywność konstrukcji. Na obecnym etapie rozwoju techniki lotniczej zmniejszenie masy płatowca uzyskuje się głównie przez dobór optymalnych rozwiązań wytrzymałościowych oraz szersze stosowanie metali lekkich (stopy tytanu) i nowych rodzajów kompozytów (rys. 21).

Płatowiec samolotu bojowego w perspektywie najbliższych dwudziestu lat, podobnie jak pozostałe systemy samolotu, będzie wykonany w sposób modułowy. Zapewni to nie tylko uproszczenie remontów i przeglądów okresowych, co pozwoli na ich wykonywanie bezpośrednio w bazach lotniczych, ale także modyfikowanie samolotu przez wymianę całych zespołów, w zależności od pojawiających się potrzeb. Zasadniczy wpływ na kształt i bryłę płatowca ma uwzględnienie wymagań zachowania balansu między statecznością aerodynamiczną a zwrotnością oraz wymaganiami lotu naddźwiękowego i gwarantującego supermanewrowość. 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 odchodzenia od sprawdzonych, opływowych kształtów płatowca, zapewniających naturalną sterowność i stateczność, na rzecz podporządkowania kształtu wymaganiom technologii stealth⁹⁶.

⁹⁶ *Aging of U.S. Air Force Aircraft. Final Report. Committee on Aging of U.S. Air Force Aircraft. Commission on Engineering and Technical Systems. National Research Council, National Academy Press, Washington D.C. 1997.*



Źródło: <http://www.usaf.mil>.

Rys. 21. Tendencje zmian w konstrukcji płatowca samolotów wielozadaniowych na przykładzie F-16, F-35 i F-22

Reasumując, rozwój płatowców samolotów bojowych zmierza w dwóch zasadniczych kierunkach. Pierwszy z nich jest związany z doskonaleniem aerodynamicznym samolotów w celu uzyskania supermanewrowości potrzebnej do uzyskania przewagi w manewrowych walkach powietrznych. Drugi kierunek zmian to podporządkowanie kształtu płatowców samolotów wymaganiom technologii stealth, czyli uzyskaniu właściwości utrudnionej wykrywalności.

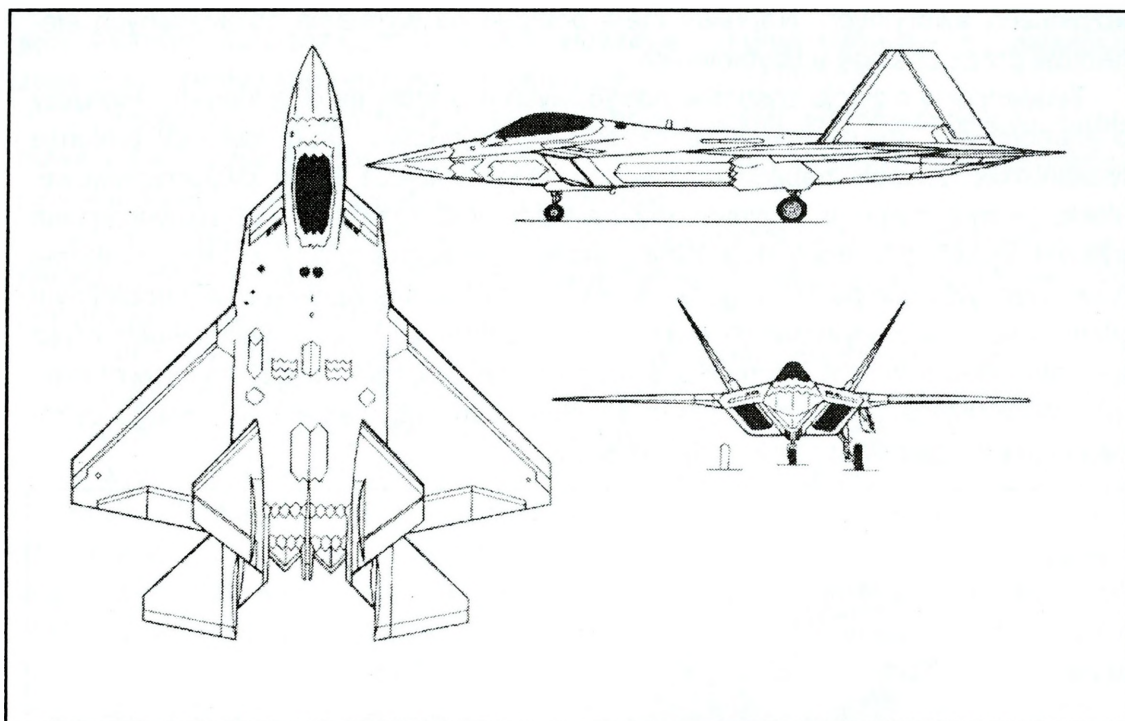
Doskonalenie aerodynamiczne płatowców będzie prowadzone dwutorowo. Po pierwsze, opracowywany będzie odpowiedni kształt kadłuba i skrzydeł, zoptymalizowany do prędkości, zadań manewrowych i potrzeb zabudowy wyposażenia oraz uzbrojenia. Po wtóre, opracowywana będzie efektywniejsza mechanizacja skrzydła i wektorowanie ciągu, które zapewniają manewrowość w szerokim zakresie prędkości i kątów natarcia. Przykładem nowego, wysoko manewrowego układu aerodynamicznego i kierunków prac nad aerodynamiką płatowca jest konstrukcja rosyjskiego samolotu Su-37. Ostateczny kształt opracowano po długich badaniach różnych wariantów w tunelach aerodynamicznych. Ta rozwojowa wersja znanego Su-27 wyróżnia się zewnętrznymi powierzchniami sterowymi na wydłużonej przedniej części kadłuba i urządzeniami do odchylenia dysz wylotowych silników w celu wektorowania ciągu. Samolot prezentuje nowy kształt aerodynamiczny dla samolotów mających manewrować w locie z prędkością poddźwiękową. Przednie usterzenie poziome włączone jest w układ sterowania samolotu i wychyla się w zakresie $-50/+10^\circ$. Spełnia ono kilka funkcji. Przede wszystkim dwa silne wiry odchodzące z jego końców zdmuchują grubą warstwę przyścienną tworzącą się na skrzydle w strefie rozmieszczenia klapoletek, 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 przesuwają do przodu środek parcia, a tym samym poprawia zwrotność. W locie przy silnej turbulencji powietrza na małej wysokości usterzenie to jest wykorzystywane do pasywnego i aktywnego tłumienia drgań. Dalszą poprawę zwrotności Su-37 osiągnięto przez zastosowanie aktywnego cyfrowego układu sterowania we wszystkich trzech kanałach. Fotel pilota jest bardziej pochylony (do 30°) oraz bardziej miękki, przystosowano go specjalnie do wykonywania lotów długotrwałych przez zastosowanie poduszki masującej.

Przed myśliwcami piątej generacji, wyznaczającymi nowe trendy rozwojowe, postawiono zadanie zachowania sterowności przy kątach natarcia 60–70°. Co więcej, myśliwiec tej generacji powinien być zdolnym do krótkotrwałego wyjścia na kąty natarcia 100–120° z zachowaniem stateczności, choć bez pełnej sterowności. Osiągnięcie supermanewrowości jest niemożliwe bez użycia sterowania wektorem ciągu. Nawet niewielkie wychylenie dyszy tworzy znaczny moment sterujący 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. Wektorowanie ciągu pozwala zachować sterowność przy skrajnie małych prędkościach lotu, gdy stery aerodynamiczne tracą skuteczność⁹⁷.

Analizując konstrukcję płatowca samolotu F-22 Raptor, można też przewidywać, że w przyszłości utrwalać się tendencje do uzyskania jak najmniejszej masy płatowca, przy osiągnięciu wysokiej wytrzymałości – niezbędnej do osiągania nadźwiękowej prędkości na małej wysokości, oraz do uzyskania dobrego stosunku masy własnej do użytkowej. Powszechne stanie się prawdopodobnie szerokie łączenie kompozytów z metalami. Metalowo-kompozytowe elementy konstrukcji, takie jak: skrzydła, stateczniki czy usterzenie, okazują się lżejsze, odporniejsze na uszkodzenia i podatniejsze w eksploatacji. Kompozyty będą stanowić około 30% struktury samolotu przyszłości. Bardzo szeroko będzie stosowany kosztowny, ale bezkonkurencyjny w lotniczych konstrukcjach – tytan. Ocenia się, że z tego lekkiego i bardzo wytrzymałego metalu będzie zbudowane ponad 40% struktury nowoczesnego samolotu. W konstrukcjach dąży się do eliminacji tradycyjnych i bardzo rozpowszechnionych połączeń nitowych. Jest to możliwe dzięki nowoczesnej technologii spawania metali lekkich i tytanu. W tym ostatnim przypadku stosuje się spawanie wiązką elektronów w komorach próżniowych. Wiele części tytanowych wytwarza się jako odlewki lub odkuwki. Eliminuje się obróbkę skrawaniem przy wytwarzaniu elementów wytrzymałościowych, co obniża koszt wytwarzania i podnosi ich trwałość. Powierzchnie skrzydeł powstają najczęściej jako integralne struktury z kompozytów, bez użycia nitów, co zapewnia niezwykle, laminarną gładkość powierzchni (rys. 22).

⁹⁷ R. Jaxa-Malachowski, *Samoloty supermanewrowe*, „Skrzydła Polska” 1996, nr 1, s. 5–10.



Źródło: <http://www.usaf.mil>.

Rys. 22. Obrys konstrukcji płatowca nowoczesnego samolotu wielozadaniowego na przykładzie F-22

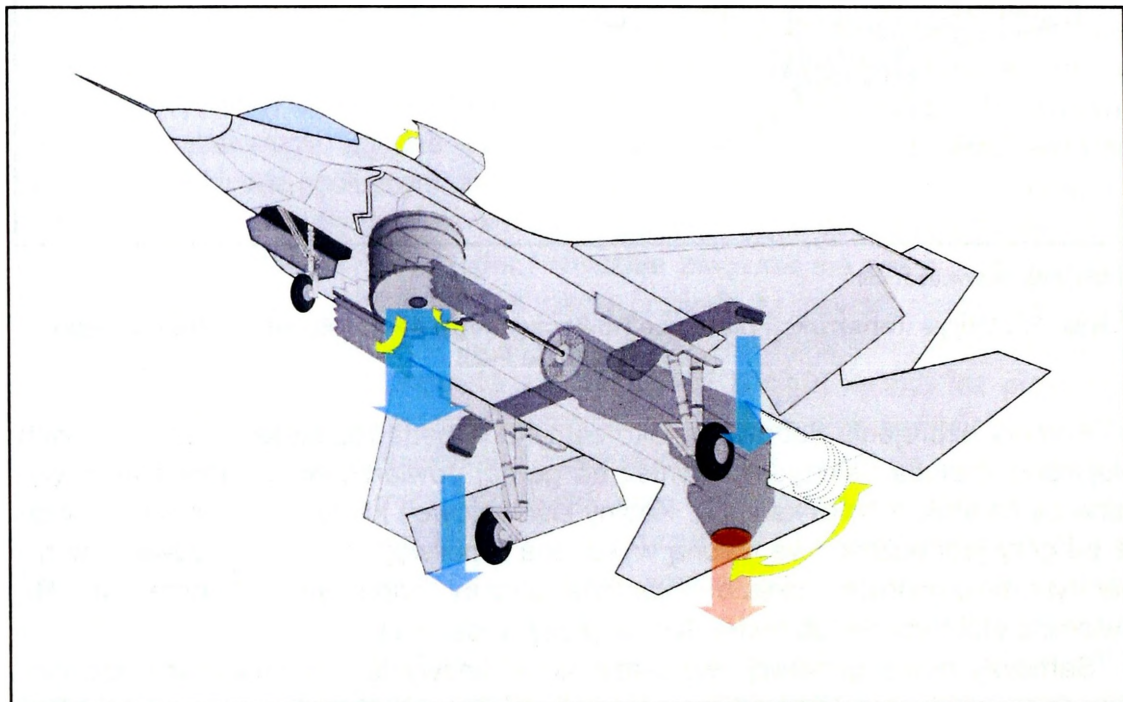
Komory uzbrojenia budowane jako zamykane będą rozmieszczone w różnych miejscach kadłuba i skrzydeł, również na górnej powierzchni. Działka zabudowywane są na stałe z boku kadłuba. Kabiny ciśnieniowe i klimatyzowane są zamykane od góry jednoczęściową osłoną wykonaną z poliwęglanu. Są mocowane w ramie tytanowo-glinowej, często osłaniane płytami odpornymi na przebicie. Są otwierane elektrycznie lub hydraulicznie przez unoszenie.

Samoloty nowej generacji wyposaża się w niezwykle skomplikowane, ale niezawodne urządzenia katapultowe. Umożliwiają one katapultowanie na prędkościach naddźwiękowych, na skrajnie małych wysokościach, a nawet na ziemi, podczas postoju lub kołowania po lotnisku.

Bardzo rozbudowane są instalacje i wyposażenie pokładowe. Sterowanie odbywa się przez cyfrowy system aktywny (fly – by – wire), oparty na wielokrotnie (potrójnie) sprzężonej sieci (w nowszych konstrukcjach sieci światłowodowej), obsługiwany przez kilka niezależnych komputerów sterujących. Większość instalacji wewnętrznych jest zdwojona. Szczególnie rozbudowane jest zabezpieczenie awaryjne instalacji sterowania, instalacji hydraulicznej i elektrycznej. Większość newralgicznych elementów w tych instalacjach jest dublowana albo posiada kilka za-

bezpieczeń awaryjnych. Naprawy mają polegać na wymianie zablokowanych elementów przez obsługę u użytkownika⁹⁸.

Tendencje w rozwoju zespołów napędowych wskazują na dwa kierunki. Pierwszy to ekonomiczne, dwuprzepływowe napędy jednosilnikowe. Drugi kierunek preferuje dwusilnikowe zespoły napędowe, również wykorzystujące silniki dwuprzepływowe. Wektorowanie ciągu w obydwu przypadkach jest rozwijane. W rozwiązaniach przewidujących docelowo dwa silniki, które przechodzą próby w locie, ruchome dysze wychylają się po 15° w górę i w dół. Są też badane rozwiązania z dookolnym odchyleniem dysz wylotowych oraz z odchyleniem strumienia wylotowego przez specjalne powierzchnie odchylające przy stałym położeniu dyszy wylotowej silnika⁹⁹. W większości projektów dysze silników stanowią element aktywnego cyfrowego układu sterowania samolotem (rys. 23).



Źródło: <http://www.globalsecurity.org>

Rys. 23. Perspektywiczne rozwiązania w zakresie sterowania cięgiem samolotu F-35 JSF

W samolotach jednosilnikowych w układzie delty bez usterzenia wysokości stosuje się bardzo skomplikowane rozwiązania układu sterowania. W samolocie Rafale, który posiada usterzenie przednie, na krawędzi natarcia zastosowano dwuczęściowe sloty, wykonane ze stopu tytanowo-stalowego. Całość krawędzi natarcia zajmują dwuczęściowe sterolotki, wychylane zgodnie jako ster wysokości lub różnicowo jako lotki. Do startu i lądowania są one wychylane w dół, a powsta-

⁹⁸ J. Nowicki, *Rockwell/MBB X-31*, „Lotnictwo”, 1–15 maja 1993, s. 24–30; J. Nowicki, *Jakowlew Jak-38 Forger*, „Lotnictwo”, 16–31 stycznia 1994, s. 21–28; I. Kramarski, L. Moczulski, *Harrier*, „Przegląd Konstrukcji Lotniczych” 1994, nr 3.

⁹⁹ R. Jaxa-Matachowski, *Samoloty supermanewrowe*, wyd. cyt., s. 5–10.

jący moment opuszczający nos jest wówczas rekompensowany odpowiednią zmianą położenia usterzenia przedniego o 20°.

Z dostępnych danych wynika, że w ostatnich latach jednoprzepływowe turbiniowe silniki odrzutowe zostały całkowicie wyparte z napędu samolotów wielozadaniowych przez turbinowe silniki dwuprzepływowe¹⁰⁰.

Równocześnie wymagania stawiane silnikom samolotów bojowych kolejnej generacji, formułowane przez użytkowników wojskowych, są takie same od wielu lat i można je ująć w czterech punktach:

- jak największa wartość stosunku ciągu maksymalnego do masy samolotu,
- duża sprawność termiczna, co oznacza małe jednostkowe zużycie paliwa,
- odporność na zniszczenie, tzw. przeżywalność na polu walki,
- wysoka niezawodność oraz łatwość eksploatacji i obsługi.

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. Ciągłe rozwijane metody kontroli jakości podczas produkcji, montażu i diagnostyki doprowadzą do automatycznej (i obiektywnej) oceny jakości wykonania i bieżącego stanu silnika jako całości oraz jego zespołów i części. Przyczyni się to do ostatecznej rezygnacji z kosztownego i zawodnego systemu resursów godzinowych i kalendarzowych na rzecz uproszczonej zasady eksploatacji według stanu technicznego¹⁰¹. Zwiększy się przez to radykalnie bezpieczeństwo latania, łatwość i niezawodność działania silników¹⁰².

Koncepcja jednego zintegrowanego systemu sterowania nie wyklucza stosowania lokalnych komputerów kontrolujących poprawność pracy urządzeń wykonawczych sterowanych przez komputer centralny. Tak więc głównym zadaniem komputera sterującego pracą zespołu napędowego, oprócz bieżącej analizy stanu technicznego silnika (silników), jest zapewnienie jak najszybszej zmiany parametrów jego pracy, a jednocześnie niedopuszczenie do przekroczenia ich wartości dopuszczalnych, nawet w przypadku błędów pilota. Urzeczywistnienie przedstawionych funkcji systemu sterowania pracą silnika pozwoli na pełną optymalizację pracy zespołu napędowego, tj. zapewnienie maksymalnej ekonomiczności w każdych warunkach lotu, zagwarantowanie wymaganej żywotności wszystkich jego podzespołów, a także na wyeliminowanie z procesu sterowania najbardziej zawodnego ogniwa, jakim wciąż jest człowiek¹⁰³.

Wszystkie wymienione przedsięwzięcia wpłyną na wzrost sprawności silnika, a w związku z tym poprawę jego zasadniczych parametrów, czyli ciągu oraz jednostkowego zużycia paliwa. Oczekuje się, że zintegrowanie sterowania silnikiem z syste-

¹⁰⁰ J. Nowicki, *Samolot myśliwski STOVL roku 2000*, „Lotnictwo”, listopad/grudzień 1991, s. 42–46.

¹⁰¹ Ł. Piech, *Samoloty bojowe przyszłości*, Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego 2006/2007.

¹⁰² W. Stolarczyk, S. Szczeciński, *Silniki samolotów V/STOL*, „Lotnictwo”, 16–31 października 1993, s. 32–28.

¹⁰³ K. Kolczyński, *Sterowanie wektorem ciągu w samolotach myśliwskich*, „Lotnictwo”, 1–15 czerwca 1993, s. 14–19.

mem sterowania samolotem doprowadzi do wzrostu ciągu o 5–10% przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia paliwa o blisko 15%. Ponadto zastosowanie odwracacza ciągu podczas lotu umożliwi wyeliminowanie z układu sterowania hamulców aerodynamicznych oraz spadochronu hamującego, co dodatkowo wpłynie na zmniejszenie masy samolotu¹⁰⁴.

Pomimo wielkiej złożoności konstrukcyjnej, nowoczesne samoloty muszą spełniać wymóg dużej podatności obsługowej. Dąży się do tego, aby wydłużyć czas eksploatacji, zmniejszać liczbę godzin potrzebnych do obsługi na godzinę lotu, obniża się także koszty eksploatacji i automatyzuje diagnozowanie sprawności samolotów.

Badania tendencji rozwojowych w zakresie konstrukcji samolotów sił powietrznych wskazują, że w perspektywie najbliższych dwudziestu lat coraz powszechniej stosowana będzie technologia stealth. Technologia ta 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 podwieszek zewnętrznych. Skuteczna powierzchnia odbicia fal elektromagnetycznych to decydujący o zasięgu wykrywania parametr, który zależy od kształtu statku powietrznego, materiału, z jakiego jest on wykonany, ale również od częstotliwości pracy poszukującej stacji radiolokacyjnej oraz przestrzennego usytuowania opromienianego obiektu względem aktywnego radaru.

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. Aktualnie osiąga gotowość do działań pierwsza eskadra amerykańskich sił powietrznych wyposażona w „niewidzialne” samoloty myśliwskie F-22. W konstrukcjach wielu innych samolotów również zastosowano już technologię stealth, np. F-35 JSF, Rafale, EFA-2000 (Eurofighter), MiG-31. Wiele przesłanek jednoznacznie wskazuje, że już w najbliższych latach ruszy proces upowszechniania samolotów tej klasy w siłach powietrznych wielu państw.

Technologia stealth to zbiór wielu rozwiązań technicznych, których kombinacja daje założone efekty. Ogólnie mówiąc – zadaniem technologii stealth jest zmniejszenie prawdopodobieństwa wykrycia statków powietrznych przez nieprzyjaciela. Wiadomo, że wykrycie może nastąpić przez wizualną obserwację, za pomocą stacji radiolokacyjnych, urządzeń elektroniczno-optycznych, urządzeń wykorzystujących promieniowanie obiektu w zakresie podczerwieni, urządzeń rozpoznania radioelektronicznego, a nawet urządzeń akustycznych. Samoloty lub śmigłowce, aby zachować cechy utrudnionej wykrywalności, muszą mieć odpowiednie charakterystyki. Utrudniona wykrywalność opiera się na założeniu, że jeśli nawet statek po-

¹⁰⁴ M. Krawczyk, *Sterowanie wektorem ciągu*, Politechnika Rzeszowska, Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa, Katedra Awioniki i Sterowania, Rzeszów 2002.

wietrzny tego typu zostanie wykryty, to nastąpi to zbyt późno, aby nieprzyjaciel mógł na niego oddziaływać aktywnymi środkami obrony powietrznej¹⁰⁵.

Znaną metodą redukcji skutecznej powierzchni odbicia fal elektromagnetycznych, poza kształtem samolotu, jest zastosowanie w jego konstrukcji materiałów niemetalicznych. Sygnał dający echo obiektu na ekranie stacji radiolokacyjnej powstaje bowiem pod wpływem wysyłanego promieniowania, które indukuje w płatowcu zbudowanym z metalu przepływy elektryczne będące źródłem energii elektromagnetycznej (tak zwanego echa radiolokacyjnego). W wypadku użycia do budowy kadłuba materiałów nieprzewodzących prądu elektrycznego, zaindukują się w nim bardzo małe prądy, co spowoduje, że wytworzone echo radarowe będzie również bardzo małe.

Poza wykrywalnością radiolokacyjną dąży się również do obniżenia poziomu promieniowania podczerwonego samolotu poprzez odpowiednią konstrukcję zespołu napędowego (mieszanie przepływów), rozpraszanie ciepła gazów wylotowych przez dobór kształtu kanału wylotowego i zmniejszanie nagrzewania kadłuba wskutek tarcia. Dąży się również do obniżania poziomu hałasu.

Warunkiem utrudnienia wykrywalności jest niemal zupełnie wyeliminowanie promieniowania elektromagnetycznego samolotów. Wszystkie urządzenia są ekranowane, a na zakresie bojowym nie pracują żadne urządzenia wysyłające sygnały na zewnątrz. Pierwsze samoloty typu stealth w ogóle nie miały radaru. Współcześnie stosuje się w nich tzw. radary szepczące. Niedobór środków radiolokacyjnych kompensuje się systemami elektrooptycznymi, np. w samolocie F-117A jest to system FLIR/DLIR.

Ograniczenia właściwości pilotażowych (z powodu nieaerodynamicznego kształtu) i ograniczenia w wyposażeniu awionicznym związane z technologią stealth powodują, że współczesne samoloty tego typu 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 ten samolot może wykonywać¹⁰⁶. Wiele przesłanek wskazuje, że wkrótce samolot wykonany w technologii stealth będzie miał również właściwości samolotu wielozadaniowego. Generalnie samoloty tego typu będą uzbrajane wyłącznie w kierowane środki rażenia o dużej precyzji i sile niszczącej¹⁰⁷.

System kierowania ogniem uderzeniowych samolotów stealth będzie zawierał wyłącznie urządzenia pasywne, z wyjątkiem laserowego dalmierza/podświetlacza celów. W układzie tym nie ma zatem miejsca na stację radiolokacyjną. Kompleks

¹⁰⁵ O. Diez, *Myśliwce i samoloty stealth*, Bellona, Warszawa 2005.

¹⁰⁶ W działaniach bojowych samolot wykonany w technologii stealth wykonuje do lotu na średniej lub dużej wysokości z prędkością poddźwiękową. Nie przewiduje się lotu na małej wysokości. Działania 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 obojętne, czyli czasowe wyłączenie z działania, dające samolotom innego typu możliwość bardziej swobodnego operowania i spotęgowania uderzenia.

¹⁰⁷ Samolot F-117A, dla przykładu, przenosi dwie bomby kierowane laserowo o masie do 1000 kg, zwykle są to GBU-27 Paveway III. Ładunkiem bojowym jest z reguły bomba penetrująca BLU-113, umożliwiającą porażenie obiektów silnie umocnionych.

nawigacyjny samolotów stealth będzie oparty na precyzyjnych układach bezwładnościowych, z platformą z laserowymi żyroskopami i cyfrowym układem przeliczającym. Wysoką precyzję nawigowania zapewni współpraca z systemem GPS/DGPS. 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 lotem¹⁰⁸.

Na zakresie bojowym nie przewiduje się pracy układów nawigacyjnych o cechach demaskujących samolot (np. TACAN), a praca radiowysokościomierza będzie ograniczana do niezbędnego minimum. Samoloty nie będą wyposażane w dopplerowskie mierniki prędkości i kąta znoszenia, które podnoszą dokładność platformy bezwładnościowej, ale demaskują położenie samolotu, systemy nawigacyjne będą powszechnie wyposażane w odbiorniki GPS/DGPS, umożliwiające dyskretne i precyzyjne wyjście na cel i naprowadzanie środków rażenia.

W celu bezpiecznego nawigowania w kontrolowanej przestrzeni powietrznej w czasie pokoju samoloty stealth będą wyposażane w transpondery radarowe, umożliwiające śledzenie samolotów przez służby ruchu lotniczego (będą one widoczne wyłącznie na radarach wtórnych). Podczas działań tego rodzaju urządzenia nie będą stosowane. Ciekawą cechą samolotów stealth może być brak jakichkolwiek urządzeń przeciwdziałania radioelektronicznego, z wyjątkiem pasywnego układu ostrzegania przed opromieniowaniem. Praca układów zakłócających demaskowałaby samolot, niweczając efekt jego utrudnionej wykrywalności. Jest też możliwa opcja odwrotna, w której samoloty stealth będą posiadały najnowocześniejsze, inteligentne systemy osłony elektronicznej sprzężone z systemami ostrzegającymi.

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 takie, które umożliwiają zrzut z wnętrza komory bombowej. Dotyczy to również kierowanych pocisków raketowych do celów powietrznych i powierzchniowych¹⁰⁹.

Na żywotność współczesnych i przyszłych samolotów bojowych znaczący wpływ mają systemy samoobrony samolotów bojowych. Samoobrona samolotów bojowych sprowadza się do ostrzegania i osłony elektronicznej, mylenia stacji radiolokacyjnych naprowadzania przeciwlotniczych pocisków raketowych i głowic samonaprowadzających się pocisków raketowych odpalanych z samolotów różnych typów. W tym celu stosuje się zakłócanie elektroniczne i odpalanie lub holowanie pułapek¹¹⁰.

¹⁰⁸ *Aging of U.S. Air Force Aircraft*, wyd. cyt.

¹⁰⁹ O. Diez, *Myśliwce i samoloty stealth*, wyd. cyt.

¹¹⁰ Na podstawie: *Aging of U.S. Air Force Aircraft*, wyd. cyt.

Walka elektroniczna jest prowadzona z wykorzystaniem aktywnych lub pasywnych urządzeń zakłócających, współpracujących z urządzeniami ostrzegającymi o opromieniowaniu. Urządzenia aktywne generują zakłócenia w sposób impulsowy lub ciągły, w zakresie fal elektromagnetycznych o długościach 3–10 cm. Odstrzelanie lub rozrzut (z wykorzystaniem elektromechanicznych lub pneumatycznych wyrzutników) pasywnych środków walki elektronicznej odbywa się w sposób zaprogramowany, tzn. zgodnie z ich ustaloną ilością i przerwami czasowymi.

Przyszłościowe systemy samoobrony będą podobne do tych, które są opracowane dla samolotów Rafale, F-22 i MiG-31, gdyż obecnie wyznaczają one kierunki przyszłościowych rozwiązań. System Spektra samolotu Rafale jest 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. System jest w stanie określić położenie katowe obiektu z dokładnością do zaledwie 1° w azymucie i elewacji, a analiza mocy sygnału pozwala na przybliżone określenie odległości do promieniującego źródła. Analiza rodzaju pracy znanych stacji radiolokacyjnych (biblioteka danych systemu 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 Rafale¹¹¹.

W systemie Spectra pracuje termiczny odbiornik wykrywający odpalenie pocisków przeciwlotniczych różnych typów i śledzących ich lot¹¹². Elementem systemu Spectra jest też wykrywacz opromieniowania laserowego samolotu, ponieważ 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. Kombinacja optymalnego manewru oraz automatycznego użycia pasywnych i aktywnych środków przeciwdziałania daje Rafale niespotykane możliwości przetrwania na polu walki. Jest bardzo prawdopodobne, że tego rodzaju syste-

¹¹¹ Część elektromagnetyczna systemu nosi nazwę DBEM (Détection et Brouillage Electromagnétique).

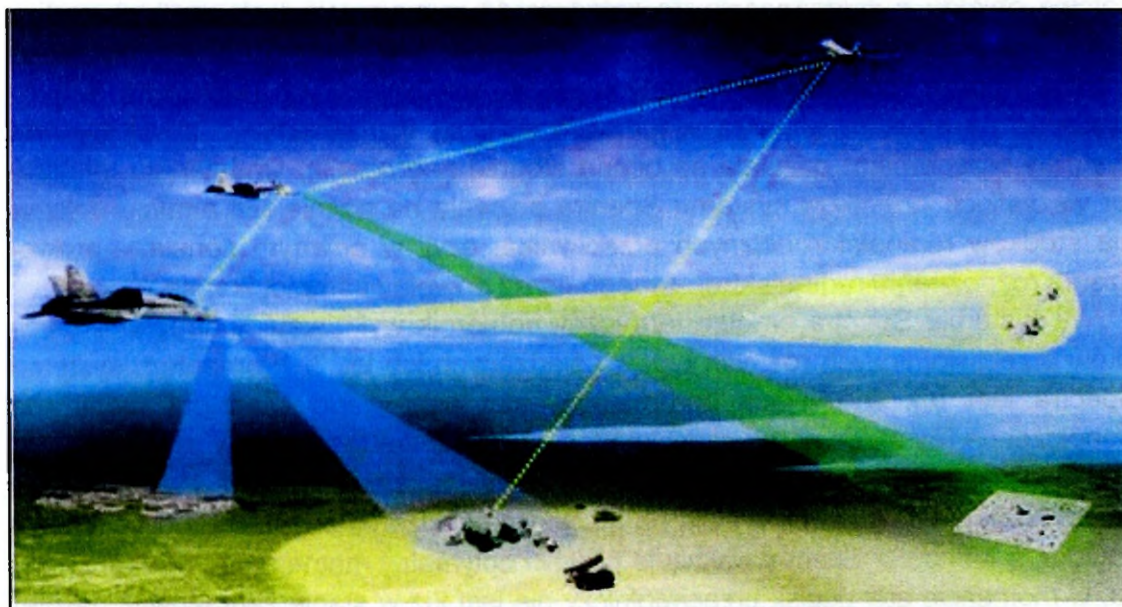
¹¹² Został on opracowany przez firmę MATRA i nosi nazwę DIR (Détection Infrarouge).

my, permanentnie doskonalone, będą standardem wyposażenia samolotów bojowych przyszłości przed rokiem 2025.

Rozwój pokładowych urządzeń radiolokacyjnych samolotów bojowych zmierza w kierunku zwiększenia zasięgu wykrywania, odporności na zakłócenia i wielofunkcyjności.

Zakres zastosowań urządzeń radiolokacyjnych na pokładach samolotów bojowych będzie w przyszłości bardzo szeroki. Można tu wyróżnić następujące główne obszary zastosowań tego typu urządzeń (rys. 24)¹¹³:

- rozpoznanie i tworzenie obrazu sytuacji taktycznej w przestrzeni powietrznej,
- realizacja zadań myśliwsko-przechwytyjących,
- kierowanie środkami rażenia w relacji w działaniach powietrznych i w relacji powietrze-ziemia,
- poszukiwanie obiektów pływających i zabezpieczanie szturmowania w relacji powietrze-morze,
- wykrywanie niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych i ostrzeganie przed tymi zjawiskami,
- pomoc w nawigowaniu,
- odwzorowanie rzeźby terenu.



Źródło: <http://www.globalsecurity.org>.

Rys. 24. Wykorzystanie wielozadaniowych stacji radiolokacyjnych w realizacji zadań przez samoloty wielozadaniowe F-15 i F-18

¹¹³ G.W. Stimson, *Introduction to airborne radars*, second edition, SciTech Publishing, Inc., New Jersey 1998, s. 35; A. Witczak, *Wielofunkcyjne radary pokładowe*, „Lotnictwo” 1993, nr 21, s. 29–31.

Zadania stawiane urządzeniom radarowym przyszłości można podzielić na dwie grupy. Pierwsza to udaremnienie ataków lotniczych lub raketowych wroga, a druga to kontrola przestrzeni powietrznej w określonym regionie. W tych dwóch przypadkach radar samolotu myśliwskiego zwykle spełnia cztery podstawowe funkcje: poszukiwanie, ocena zagrożenia, identyfikacja celu oraz kierowanie ogniem. Z jednej strony radar pokładowy myśliwca będzie potrzebny do przeszukania olbrzymiego obszaru przestrzeni powietrznej i wykrycia ewentualnych celów, a z drugiej strony będzie „ukierunkowany” na przechwycenie celu, który już został wykryty i jest precyzyjnie śledzony. Radar powinien posiadać wąską wiązkę kołową promieniowania, aby przy dużych odległościach był w stanie rozróżnić samoloty przeciwnika w zwartym ugrupowaniu. Radar nowoczesnego samolotu myśliwskiego będzie wyposażony w tryb pracy nazywany oceną zagrożenia. Taki radar naprzemiennie śledzi podczas przeszukiwania (TWS) w celu zachowania świadomości sytuacji (SA) oraz śledzi pojedynczy cel (STT) z wytypowanej grupy celów. W tym trybie musi mieć zapewniony wystarczający zasięg i rozdzielczość dopplerowską¹¹⁴.

Klasycznym sposobem identyfikacji będzie nadal system „swój-obcy” (IFF). Interrogator IFF zsynchronizowany z radarem samolotu myśliwskiego wysyła impulsy zapytujące, na które odpowiadają zakodowanym sygnałem transpondera zainstalowane na wszystkich samolotach własnych. W przyszłości będą zastosowane dodatkowe, niezależne od siebie sposoby identyfikacji. Jednym z nich jest opracowywana w wielu laboratoriach identyfikacja na podstawie cech charakterystycznych danego celu. Wykorzystuje ona fakt, że każdy samolot posiada unikatową charakterystykę swojego echa radiolokacyjnego, na podstawie którego można określić jednoznacznie jego typ, czyli dokonać jego identyfikacji. Jeszcze inna technika identyfikacji wymaga zapewnienia takiego zakresu rozdzielczości radaru pokładowego, aby można było zidentyfikować cel na podstawie jego jednowymiarowego zarysu. Prowadzone są również badania zmierzające do uzyskania dwuwymiarowego zarysu śledzonego obiektu powietrznego.

Radary pokładowe będą stosowane w systemach celowniczych. W przypadku działka pokładowego radar pokładowy będzie wykorzystany do automatycznej selekcji zbliżających się celów, śledzenia w trybie pracy STT, a po uzyskaniu w ten sposób danych o jego odległości, prędkości, azymucie, czy prędkości kątowej, będą one dostarczane do komputera kierowania ogniem. Radar pokładowy będzie zabezpieczał wyprowadzenie myśliwca na kurs spotkaniowy z celem i przy odpowiedniej odległości wypracuje sygnały rozpoczęcia prowadzenia ognia. Uzyskane w ten sposób informacje będą zobrazowane na wskaźniku przeziernym, dzięki czemu pilot nie będzie musiał odrywać wzroku od śledzonego celu.

Pociski raketowe naprowadzane radarowo wykorzystuje się głównie do zwalczania celów znajdujących się poza zasięgiem wzrokowym. Nowoczesne kierowane pociski raketowe typu AMRAAM będą wyposażane w systemy naprowadzania inercyjnego prowadzące pocisk po zaprogramowanej przed odpaleniem trajektorii przechwycenia opartej na danych o celu uzyskanych przez radar myśliwca.

¹¹⁴ Pokładowy radar impulsowo-dopplerowski. Zob. szerzej: http://www.radary.az.pl/f-16_radar.html.

W zakresie realizacji zadań w relacji powietrze-ziemia (morze) wykorzystanie techniki radarowej należy do najbardziej skomplikowanych. Przewiduje się, że podstawowe wymagania będą osiągnięte poprzez zastosowanie najnowocześniejszych stacji radiolokacyjnych i komputerów na pokładach samolotów uderzeniowych. W działaniach taktycznych nieocenioną zaletą radarów pokładowych jest zdolność do obserwacji powierzchni przez warstwy dymu, zamglenia, chmury czy opady deszczu, a także zdolność do szybkiego przeszukiwania dużych obszarów, zdolność do wykrywania celów na dużych odległościach i możliwość jednoczesnego śledzenia dużej ilości szeroko rozproszonych celów¹¹⁵.

Radary SAR będą nadal rozwijane na potrzeby obserwacji i rozpoznania w małych, załogowych i bezzałogowych samolotach rozpoznawczych zdolnych do wykonywania długotrwałych misji. Radary tego typu są w stanie przekazywać poprzez satelity bezpośrednio do uczestników pola walki obrazy (dane operacyjne) o wysokiej rozdzielczości. Radar pokładowy jest w stanie wykryć okręty oraz nisko latające samoloty znacznie wcześniej niż radary naziemne lub umieszczone na pokładach okrętów. Zatem, aby zapewnić odpowiednio wczesne ostrzeżenie o zbliżaniu się wrogich statków powietrznych i pocisków oraz zachować ciągłą obserwację morza, umieszcza się takie radary na krążących na znacznych wysokościach samolotach (np. US Navy Hawkeye, US Air Force AWACS)¹¹⁶.

Radar pokładowy będzie odgrywał kluczową rolę przy wykrywaniu okrętów oraz łodzi podwodnych. Ponieważ prawie wszystkie statki są doskonałym źródłem silnego echa radiolokacyjnego, a zakłócenia od powierzchni morza są znacznie mniejsze w porównaniu z zakłóceniami od gruntu, radar impulsowy lub impulsowo-dopplerowski jest w stanie wykryć małe statki nawet na dużych odległościach. W przypadku obserwacji poniżej płaszczyzny wody radary zapewniają wystarczającą rozdzielczość, która jest szeroko stosowana do wykrywania peryskopów lub innych urządzeń do nurkowania – szczególnie użyteczne jest w tym przypadku zobrazowanie ISAR. Radary pokładowe samolotów uderzeniowych w relacji powietrze-ziemia będą też wykorzystywane do realizacji zadań nawigacyjnych i rozpoznawczych.

Zbiór funkcji realizowanych przez poszczególne rozwiązania radarów będzie zależny od przeznaczenia samolotu, na którym są montowane. Obejmuje on określony podzbiór przedstawionych powyżej funkcji lub ich modyfikacji. Przykładowo w radarach samolotów lotnictwa morskiego ulegają rozszerzeniu funkcje związane z wykrywaniem i zwalczaniem obiektów nawodnych. Radary będą posiadać ponad 20 rodzajów pracy. Podstawową modyfikacją będzie połączenie w jeden blok wszystkich układów obróbki cyfrowej oraz udoskonalenie technologiczne poszczególnych elementów cyfrowych, a ponadto możliwość pracy z dużą częstotliwością powtarzania impulsów. Pozwoli to na uzyskanie znacznych zasięgów wykrywania w przedniej półsfery.

¹¹⁵ J. Liwiński. *Latające radary*, „Wiedza i Życie” 1999, nr 7.

¹¹⁶ *Quality Air Force in the 21st Century: Technology and Innovation*, Quality Air Force Symposium, Air Force Quality Inst., Maxwell AFB AL, 1996.

Konstrukcja urządzeń radiolokacyjnych będzie modułowa, co ułatwi szybką wymianę poszczególnych podzespołów w razie ich uszkodzenia lub modyfikacji (w celu unowocześnienia radaru wystarczy zamontować odpowiedni moduł) oraz znacznie ułatwi montaż na samolocie. Taka konstrukcja radaru ma zapewnić jego nowoczesność przez wiele lat.

Aby uodpornić radar na zakłócenia radioelektroniczne ze strony przeciwnika, urządzenia będą posiadały szereg modułów mających zabezpieczać go przed zakłócaniem. Zapewnienie wszystkich funkcji realizowanych przez radary wielofunkcyjne będzie wymagało zabudowania na płatowcu szeregu urządzeń i systemów współpracujących ze sobą, co spowoduje duży stopień skomplikowania. Wielofunkcyjność współczesnych radarów impulsowo-dopplerowskich klasyfikuje je jako podstawowy element awioniki współczesnego i przyszłego samolotu bojowego.

Radary pokładowe samolotów wielozadaniowych z założenia będą budowane jako radary wielofunkcyjne (wielozadaniowe). Wymaganie wielofunkcyjności radaru pokładowego polega na możliwości realizowania przez niego opisanych w tym rozdziale zadań w relacji powietrze-powietrze i powietrze-ziemia (powietrze-woda), a posiadanie tych możliwości określa radar jako podstawowe źródło informacji współczesnego i przyszłego wielozadaniowego samolotu bojowego. Przewiduje się, że samoloty bojowe będą wyposażane w radary impulsowo-dopplerowskie (RID) wykonujące ok. 30 zadań, które będą wybierane w zależności od rodzaju wykonywanego lotu (patrolowy, bojowy, na małej wysokości itp.). Będą posiadały zdolności wykrywania celów powietrznych wykonujących lot z przeniżeniem względem nosiciela radaru (na tle ziemi) czy dokładnego odwzorowanie rzeźby terenu, nad którym wykonywany jest lot. Będą posiadały możliwość cyfrowego sterowania częstotliwością powtarzania impulsów, dzięki czemu:

- będą zapewnione duże odległości wykrywania celów powietrznych (powyżej 200 km) stosowane do naprowadzania kierowanych rakiet średniego i dużego zasięgu,
- będzie możliwe określanie parametrów ruchu manewrujących celów powietrznych oraz naprowadzanie kierowanych pocisków raketowych małego i średniego zasięgu stosowanych w walce powietrznej,
- będą posiadały funkcje przydatne podczas atakowania celów naziemnych i celów obserwowanych na tle ziemi, w tym syntetyczne odwzorowanie powierzchni ziemi (SAR).

W rozwoju lotniczych radarów pokładowych widoczne jest dążenie do zwiększenia liczby wariantów wykorzystania radaru (w latach 80. było ich 16 w relacji powietrze-powietrze i 9 w relacji powietrze-ziemia, natomiast w radarach przełomu XXI wieku prognozuje się powyżej 30), zwiększenia niezawodności (średni czas pracy do uszkodzenia to 400–500 godz.), zwiększenia szybkości działania procesorów (z 7 milionów do około miliarda operacji na sekundę), zmniejszenia średnicy anteny, zwiększenia częstotliwości nośnej impulsów oraz zmniejszenia mocy wyjściowej generatora promieniowania, co ma na celu stworzenie radaru doskonałego – skutecznego i niewykrywalnego.

Stacje radiolokacyjne samolotów bojowych w perspektywie najbliższych dwudziestu lat będzie wyróżniał tzw. zakres „szepczący” (poniżej poziomu szumów naturalnych). Będą odporne nie tylko na zakłócenia, ale również na tradycyjne metody wykrycia jej pracy. Będą dysponowały nowoczesnymi systemami zobrazowania i wymiany informacji.

Samolot bojowy przyszłości ma być wyposażony w zintegrowany system wyposażenia pokładowego ze wspólnym polem informacyjnym, w skład którego 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 nabełmowego układu wskazywania celów i prezentacji danych. W związku z tym konstruktorom przedstawiono dwa podstawowe wymagania, które powinien spełniać radar nowego myśliwca: wielokanałowość pracy, czyli jednoczesne naprowadzanie kilku rakiet na kilka odległych celów, oraz zapewnienie dookrężnej obserwacji¹¹⁷.

Radar będzie wyróżniać dużą odporność na zakłócenia oraz możliwość obserwacji ziemi, tj. tworzenie mapy terenu z zatrzymaniem obrazu i powiększaniem wycinka (rozdzielczość przy kartografowaniu wynosi 15–20 m), określanie współrzędnych wybranych obiektów, umożliwianie lotu na małej wysokości z automatycznym omijaniem przeszkód, a także wskazywanie celów rakietom kierowanym powietrze-ziemia. Informacje z radaru przekazywane będą także do systemu nawigacyjnego dla jego korekty.

Stacje radarowe i optoelektroniczne będą obserwowały zarówno przednią, jak i tylną półsferę. Zasięg wykrywania systemów optoelektronicznych wyniesie do 100 km w przedniej i tylnej półsferze. Będzie zapewniona możliwość podświetlania promieniem laserowym celów naziemnych, co umożliwi odpalenie w ich kierunku rakiet kierowanych laserowo. Nowością w stacji elektrooptycznej będzie także kanał telewizyjny, służący do zwiększenia zasięgu obserwacji wzrokowej (dla rozpoznania celów bez włączania radiolokacyjnej stacji zapytująco-odpowiadającej) oraz do wskazywania celów rakietowym pociskom kierowanym powietrze-ziemia i bombom naprowadzanym telewizyjnie.

Najnowszą tendencją w rosyjskich radarach lotniczych jest użycie anten z elektronicznym skanowaniem fazowym. Największą zaletą radarów z anteną z elektronicznym skanowaniem fazowym jest bardzo krótki czas przeszukiwania przestrzeni powietrznej. To umożliwi jednoczesne naprowadzanie rakiet kierowanych powietrze-powietrze na kilka celów bardzo od siebie oddalonych, np. jeden lecący tuż nad ziemią, a drugi na wysokości 30 000 m.

Systemy zobrazowania sytuacji i kierowania uzbrojeniem samolotów odgrywają bardzo ważną rolę w wykonaniu każdego zadania lotniczego, szczególnie zadania bojowego. W najnowszych samolotach bojowych podsystem zobrazowania infor-

¹¹⁷ P. Butowski, *Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza*, „Nowa Technika Wojskowa” 2001, nr 3, s. 54.

macji tworzą wskaźniki projekcji czołowej oraz od dwóch do czterech monitorów wielofunkcyjnych. Trwają zaawansowane prace nad wdrożeniem celowników nahlmowych. Najistotniejsze informacje celowniczo-nawigacyjne prezentowane są w polu widzenia pilota na wskaźniku przeziernym (HUD). Nowe rozwiązania tych wskaźników umożliwiają prezentację na nich zobrazowań z elektrooptycznych układów obserwacyjno-celowniczych. Z tego względu najnowsze układy optyczne tych wskaźników mają charakter układów dyfrakcyjnych ze zwierciadlanymi powierzchniami holograficznymi, pozwalającymi uzyskiwać pole widzenia powiększone z około 20° nawet do około 40° . Wskaźniki typu HDD (Head Down Display), na ogół dwa albo trzy, montowane są w tablicy przyrządów samolotu i przeznaczone do zobrazowania parametrów lotu, informacji celowniczo-nawigacyjnej, stanu i parametrów pracy istotnych urządzeń, instalacji i systemów pokładowych, a także sytuacji taktycznej, będącej wynikiem analizy informacji dostarczonej przez radar oraz urządzenia łączności i rozpoznania (fot. 8).



Źródło: <http://www.fas.org>.

Fot. 8. Wskaźniki parametrów lotu i sytuacji taktycznej HUD i HDD samolotu wielozadaniowego Eurofighter Typhoon

Rzówj komputerów pokładowych o dużej mocy obliczeniowej i dużej pamięci, a także multipleksowych sieci przesyłania danych sprawiło, że proste systemy celownicze wyparte zostały przez systemy celowniczo-nawigacyjne, a w przyszłości powszechne staną się zintegrowane pokładowe systemy zobrazowania sytuacji taktycznej i kierowania uzbrojeniem. Umożliwią one jednoczesne wykorzystanie uzbrojenia oraz kompleksowe rozwiązanie zadań nawigacyjnych. Dwa różne zadania mogą

być wykonywane przez jeden system dzięki zastosowaniu tych samych czujników, połączeniu algorytmów oraz uogólnieniu aparatu matematycznego poprzez odpowiednie oprogramowanie komputerowe. W skład systemów nawigacyjno-celowniczych będą wchodziły takie elementy, jak:

- urządzenia obserwacyjne (radiolokacyjne, telewizyjne, termolokacyjne), które zapewniają przeszukiwanie przestrzeni lub powierzchni ziemi, śledzenie jednego lub kilku celów, oświetlanie celów lub naprowadzanie kierowanych pocisków raketowych,

- sensory zabezpieczające system komputerowy w niezbędną informację celowniczo-nawigacyjną (odległość i prędkość zbliżania, dozwoloną odległość użycia uzbrojenia, wysokość, prędkość, kurs statku powietrznego), obserwacyjną (informacja z obserwacji przestrzeni powietrznej i ziemi, dane pilotażowo-nawigacyjne i celownicze), nawigacyjną (mapy terenu, położenie statku powietrznego, kierunek lotu, wzajemne położenie samolotów w grupie, rozmieszczenie stref ognia obrony przeciwlotniczej przeciwnika),

- pulpity wprowadzania informacji przedlotowej i operacyjnej,
- system wyliczająco-integrujący, które łączy wszystkie urządzenia w jeden system,

- czujniki systemu nawigacji inercyjnej,

- centrale danych aerodynamicznych,

- radarowe mierniki wysokości,

- radarowo-optoelektroniczny blok wskazywania celów.

System celowniczo-nawigacyjny nowoczesnego samolotu bojowego będzie sprzężony 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. Przy współpracy z systemem pilotażowym oraz systemem sterowania uzbrojeniem, system celowniczo-nawigacyjny samolotów myśliwskich zapewnia strzelanie, odpalanie kierowanych pocisków raketowych na dowolnych krzywoliniowych trajektoriach lotu statku powietrznego oraz zapewnia skuteczne bombardowanie. Stwarza on także możliwość manewrowania statkiem powietrznym po odpaleniu kierowanych pocisków raketowych z jednoczesnym „oświetlaniem” celu promieniowaniem radiolokacyjnym lub laserowym¹¹⁸.

W najnowocześniejszych samolotach wielozadaniowych systemy nawigacyjno-celownicze zostaną zastąpione przez zintegrowane pokładowe systemy zobrazowania sytuacji taktycznej i kierowania uzbrojeniem. Systemy te integrują zadania nawigacji, pilotażu, użycia uzbrojenia, pokonania obrony przeciwlotniczej przeciw-

¹¹⁸ Rosjanie montują na swych najnowszych samolotach wielozadaniowych system bojowo-nawigacyjny RPKB składający się m.in. z żyroskopu laserowego, inercyjnego i satelitarnego systemu nawigacyjnego (INS oraz GPS), który umożliwi pełną automatykę lotu (unikanie przeszkód terenowych, lot na niskiej wysokości, atak na cele powietrzne, naziemne i nawodne). Stałym wyposażeniem jest system IRST do wykrywania i naprowadzania kierowanych pocisków raketowych w podczerwieni („radar” działający w podczerwieni), system TIALD (kamera na podczerwień lub noktowizor i laserowy znacznik celu) oraz telewizyjny system wykrywania i kierowania uzbrojeniem.

nika, kierowania działaniem grupy bojowej oraz diagnostyki urządzeń pokładowych. Do podstawowych elementów zintegrowanego systemu pokładowego, wykorzystywanych w procesie celowania nowoczesnych samolotów bojowych zaliczyć należy: komputer pokładowy, radar pokładowy, optoelektroniczne urządzenie lokacyjne oraz wskaźniki zobrazowania informacji pilotażowej, taktycznej i celowniczej.

Optoelektroniczne urządzenia lokacyjne przeznaczone będą do wykrywania, lokacji 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 (Terrain Reference System). Do optoelektronicznych urządzeń lokacyjnych zalicza się:

- urządzenia termowizyjne FLIR,
- urządzenia telewizyjne TV i LLLTV,
- urządzenia laserowe.

Bardzo często lotnicze urządzenia optoelektroniczne, wykorzystywane w procesie celowania i nawigacji, montowane są w podwieszanych zasobnikach. Dzięki odpowiedniej konstrukcji interfejsów zapewnione jest sprzężenie funkcjonalne podwieszanych zasobników z wbudowanym na stałe wyposażeniem pokładowym samolotu, przede wszystkim komputerem pokładowym oraz radarem.

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

Na efektywną pracę pilota w zintegrowanym systemie pokładowym znaczący wpływ 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. Monitory zobrazowania systemów elektroptycznych (o dużym polu widzenia $20^0 \times 20^0$) będą posiadały możliwość wyświetlenia mapy z nałożoną sytuacją taktyczną. Wielofunkcyjne monitory kolorowe będą posiadały funkcję reagowania na dotyk pilota (wybór funkcji z menu). Ponadto w kabinach znajdują 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.

Nową tendencją w zakresie wizualizacji danych celowniczo-nawigacyjnych jest zastosowanie dodatkowego wskaźnika kolimowanego typu HLD, bezpośrednio poniżej ekranu wskaźnika przeziernego HUD. Ten nowy typ wskaźnika ma możliwość wyświetlania obrazu radarowego oraz mapy sytuacji taktycznej.

Rozwój współczesnych systemów zobrazowania związany jest ściśle z rozwojem celowników nahałmowych. Mają one coraz większy udział w procesie celowa-

nia 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 rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych¹¹⁹.

Do podstawowych pokładowych urządzeń nawigacyjnych współczesnego samolotu bojowego należą między innymi:

- urządzenia systemu nawigacji inercyjnej,
- centrale danych aerodynamicznych,
- urządzenia radiotechnicznego systemu bliskiej i dalekiej nawigacji,
- radiowysokościomierze i radiokompasy,
- odbiorniki (terminale) systemu satelitarnego GPS,
- radary wielozadaniowe do pomiaru wysokości i tworzenia mapy terenu.

Urządzenia te wykorzystywane są do określenia nawigacyjnych parametrów położenia samolotu i pomiaru parametrów jednego ruchu. System nawigacji inercyjnej, będący jedną z odmian nawigacji zliczeniowej, jest obecnie najczęściej stosowanym systemem nawigacji. Wspólnie z autopilotem zapewnia możliwość wykonania autonomicznego lotu na podstawie programowanej trasy przelotu. Błąd żyroskopowy układów bezwładnościowych nie przekracza obecnie 3 km na godzinę lotu. Jeszcze mniejszymi błędami charakteryzują się układy autonomiczne wykorzystujące żyroskopy laserowe – 1,5 km na godzinę lotu.

Wykorzystanie do celów nawigacji pięciokanałowych odbiorników systemu GPS, współpracujących z satelitami NAVSTAR lub COSPAS realizującymi ciągłą transmisję sygnałów radiowych, umożliwi określenie pozycji samolotu z dokładnością do 15 m, prędkości z dokładnością 0,1 m/s, kątów pochylenia i przechylenia samolotu z dokładnością do 0,5 minuty kątowej oraz kursu do 3 minut kątowych. Urządzenia systemu GPS są integrowane z układami bezwładnościowymi, dzięki czemu wzrasta odporność całego systemu na zakłócenia (układ bezwładnościowy), przy zachowaniu dokładności określania pozycji samolotu (GPS).

Do wykonywania lotów na małych wysokościach (poniżej 60 m) coraz częściej stosowane są korelacyjne urządzenia nawigacyjne¹²⁰, w których wykorzystuje się przygotowane przed lotem bazy danych, w postaci map cyfrowych odwzorowujących rzeźbę terenu (mapy DTED) i położenie charakterystycznych elementów środowiska naturalnego, tzn. lasów, rzek, jezior, miast itp. (mapy DFAD).

Lotnicze środki rażenia są po awionice najważniejszym elementem wyposażenia współczesnego i przyszłościowego samolotu bojowego. Bezpośrednio wpływają na skuteczność prowadzonego ognia i osiągnięte końcowe rezultaty działań bojowych. Zagrożenie, jakie prezentują sobą przeciwlotnicze zestawy rakietowe, sprawiło, iż pokonaniu ich przeciwdziałania nadaje się dużą rangę. Przez lata wypracowano sposoby przełamania obrony powietrznej. W efekcie ustalono, że tylko kompleks przedsięwzięć obejmujących obezwładnienie elektroniczne naziemnych środków OP przez wyspecjalizowane samoloty walki elektronicznej i towarzyszące mu

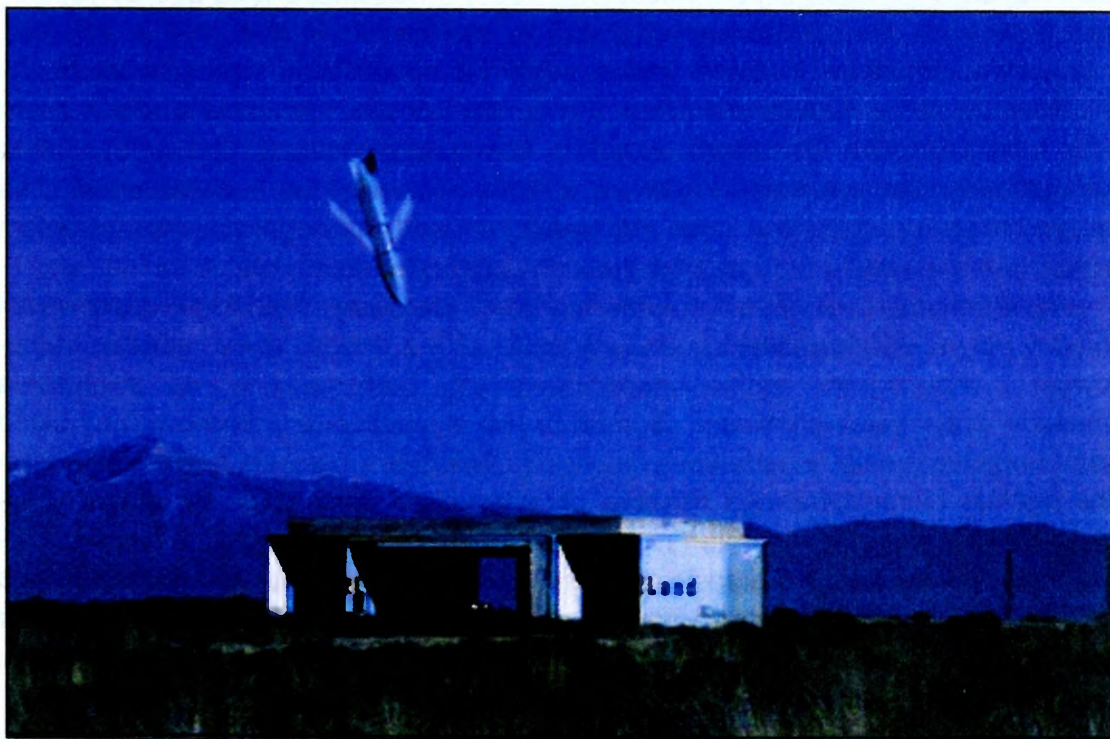
¹¹⁹ *Quality Air Force in the 21st Century*, wyd. cyt.

¹²⁰ Charakterystyczne dla układów kierowania rakiet samosterujących dalekiego zasięgu.

ogniowe obezwładnienie najgroźniejszych raketowych środków przeciwlotniczych oraz intensywne stosowanie indywidualnych, pokładowych środków walki elektronicznej przez samoloty myśliwsko-bombowe może dać pożądane rezultaty.

Podstawowym środkiem ogniowego przełamania obrony powietrznej przeciwnika są samonaprowadzające się pociski przeciwradiolokacyjne typów: AGM-88 HARM, ALARM, ARMAT. Współpracują one z pokładowymi urządzeniami wypracowania danych (rozbudowane wersje urządzeń ostrzegających o opromieniowaniu), umożliwiającymi skuteczne ich użycie. Tego rodzaju pociski raketowe będą doskonałe i modyfikowane w przyszłości¹²¹.

Do grupy niekierowanych środków rażenia zalicza się działka pokładowe, bomby różnych typów oraz niekierowane pociski raketowe. Będą one stosowane w coraz mniejszym zakresie, ze względu na ich mniejszą skuteczność w porównaniu z kierowanymi środkami rażenia. Natomiast intensywnie będą rozwijane kierowane środki rażenia klasy powietrze-powierzchnia. Odpowiedzią konstruktorów uzbrojenia lotniczego na zwiększającą się skuteczność środków przeciwlotniczych stały się bronie klasy stand off, czyli „odpal i pozostań z daleka” od obiektu ataku (poza zasięgiem obiektowej obrony przeciwlotniczej). 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 (fot. 9).



Źródło: <http://www.af.mil>.

Fot. 9. Pocisk skrzydlaty dalekiego zasięgu JASSM w trakcie prób poligonowych

¹²¹ *The Revolutionary Strike Fighter*, dostępne z: <http://www.airforce-technology.com/features/feature46212/>.

Znacznie tańszymi środkami bojowymi są amerykańskie, beznapędowe bomby kasety szybujące klasy AGM-154 JSOW, wyznaczające przyszłościowe kierunki rozwoju. Ich 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 i radiolokacyjny – alternatywnie lub razem w dwukadłubowym bloku). W innej odmianie – AGM-154C – ładunek kasetowy będzie zastąpiony dwustopniowym ładunkiem przeciwbetonowym, z dodatkowym termowizyjnym modułem samonaprowadzania, wchodzącym do pracy w fazie ataku (samonaprowadzanie odbywa się według cyfrowego obrazu celu wprowadzonego do bloku pamięci AGM-154C przed lotem). Zasięg szybowania – w zależności od wysokości zrzutu – wynosi od 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. W kolejnym etapie rozwoju mają one otrzymać rozkładane powierzchnie nośne, co pozwoli im szybować na odległość 15–35 km¹²².

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 raketowych (H-25MŁ, H-29Ł, AS-30L), z bojowymi ładunkami burząco-odłamkowymi lub specjalnymi – przeciwbetonowymi. Równolegle są rozwijane analogiczne bomby i pociski raketowe z telewizyjnym oraz termowizyjnym (droższym) układem samonaprowadzania (AGM-65). 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 przeciwraketowych.

Systematyczny rozwój amerykańskich bomb kierowanych GBU-15 doprowadził między innymi do zbudowania odmiany AGM-130, z dodatkowym napędem raketowym 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 raketowy. 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.

¹²² M. Mikołajczuk, J. Gruszczyński, *Uzbrojenie ZSRR i Rosji*, t. 1. *Lotnicze systemy raketowe (rakiety powietrze-powietrze i powietrze-ziemia)*, Cinderella 2006.

Podstawowym środkiem służącym do walki z przeciwnikiem powietrznym są obecnie kierowane pociski raketowe powietrze-powietrze średniego i małego zasięgu. Mniej popularne są pociski raketowe dalekiego zasięgu (powyżej 100 km); dysponuje nimi tylko lotnictwo Rosji (R-33 i R-37 na samolotach MiG-31). Większość europejskich państw NATO wprowadziła lub wprowadza jeden typ KPR średniego zasięgu – AIM-120 AMRAAM i jeden typ KPR małego zasięgu – AIM-9 Sidewinder¹²³.

Światowe tendencje uniwersalizacji samolotów bojowych (wielozadaniowość) sprawiają, że wszelkie modernizacje konstrukcji starszych, jakie zostały już przeprowadzone lub są w fazie planowania, zmierzają do przystosowania ich do przenoszenia KPR AIM-120, z aktywnym radiolokacyjnym układem samonaprowadzania.

Podstawowym KPR stosowanym w NATO jest AIM-9 Sidewinder. Planowane jest wprowadzanie do uzbrojenia nowych wersji tych pocisków. Obecnie eksploatowane w NATO warianty tych KPR to pociski trzeciej generacji, odporne na zakłócenia pasywne (co było wadą pocisków starszych generacji), przewidziane do walki z celami o dużych prędkościach, intensywnie manewrującymi. Mogą być odpalane z każdej półsfery w stosunku do celu.

Spośród kierowanych lotniczych środków rażenia najczęściej stosowane są bomby z półaktywnym laserowym systemem naprowadzania. Najczęściej stosowanymi KPR są pociski z telewizyjnymi i termowizyjnymi układami naprowadzania. Czynnikiem decydującym o takim stanie rzeczy jest relatywnie niska cena tych środków bojowych oraz duża elastyczność w ich stosowaniu (np. podświetlanie celów laserem przez drużyny specjalne, inne samoloty).

Reasumując, rozwój załogowego lotnictwa sił powietrznych oraz doskonalenie eksploatowanych samolotów lub konstruowanie nowych są bardzo kosztochłonne i czasochłonne. Wysokie koszty najnowszych rozwiązań technologicznych w lotnictwie powodują, że cena zakupu i eksploatacji nowoczesnych samolotów bojowych będzie często kryterium równie ważnym, jak ich możliwości bojowe.

4.2. Kierunki rozwoju bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych

W świetle rozwiązań stosowanych obecnie w bezzałogowym lotnictwie sił powietrznych można przyjąć, że w perspektywie najbliższych dwudziestu lat siły powietrzne będą posiadać znaczną liczbę bezzałogowych statków powietrznych o dużej bądź średniej długości lotu na średnich i dużych wysokościach, charakteryzujących się zasięgiem porównywalnym z lotnictwem uderzeniowym, na korzyść którego będą realizować znaczącą część swoich zadań bojowych.

Studia współczesnej literatury przedmiotu wskazują, że aktualny zakres zastosowań bojowych bezzałogowych statków powietrznych wchodzących w skład sił powietrznych ogranicza się do realizacji dwóch grup zadań związanych z:

¹²³ C.S. Sikes, A.K. Cherry, R. Tingman, *Presented To Air Force 2025*, dostępne z: <http://www.au.af.mil/au/2025/volume1/chap10/vol1ch10.pdf>.

- rozpoznaniem powietrznym,
- uderzeniami ogniowymi na obiekty naziemne i nawodne.

Taki obszar zastosowań bojowych bezzałogowych statków powietrznych będących w wyposażeniu sił powietrznych wynika z dotychczasowego rozwoju konstrukcji bezzałogowych oraz doświadczeń z ich bojowego wykorzystania w trakcie operacji prowadzonych w ostatnich latach¹²⁴.

Biorąc pod uwagę długofalowe plany prac badawczo-rozwojowych prowadzonych w USA i państwach Europy Zachodniej w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do użytkowania przez siły powietrzne, można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, że zakres bojowego wykorzystania lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych ulegnie znaczącemu rozszerzeniu.

W dokumencie koncepcyjnym Departamentu Obrony USA „Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005–2030”, opublikowanym 4 sierpnia 2005 roku przyjęto, że w perspektywie następnych dwudziestu pięciu lat prowadzone będą prace mające na celu wprowadzenie do uzbrojenia bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do realizacji następujących grup zadań¹²⁵:

- obserwacji z powietrza i rozpoznania powietrznego,
- uderzeń lotniczych,
- niszczenia środków systemu obrony powietrznej przeciwnika,
- ataku elektronicznego,
- zwalczania sił nawodnych przeciwnika,
- zwalczania okrętów podwodnych,
- walki minowej,
- retranslacji łączności.

W założeniach amerykańskich sił powietrznych opublikowanych w dokumencie „The US Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicles Strategic Vision” nie wyklucza się też prowadzenia w perspektywie najbliższych 20–25 lat prac nad rozwojem bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do realizacji zadań w ramach ofensywnych i defensywnych działań w ramach walki o przewagę w powietrzu oraz zadań transportu powietrznego¹²⁶. Należy jednak zaznaczyć, że w odniesieniu do tych zadań przyjmuje się filozofię oczekiwania na wzrost autonomiczności i rozwój sztucznej inteligencji, która mogłaby zwiększyć możliwości użycia bezzałogowych statków powietrznych do realizacji zadań o większym stopniu skomplikowania.

Przyjęta przez USA oraz szereg państw zachodnich filozofia wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych do realizacji zadań obserwacji z powietrza i rozpoznania powietrznego jest ukierunkowana na rozwój i wprowadzenie do uzbrojenia systemów bezzałogowych zoptymalizowanych do realizacji zadań w ramach¹²⁷:

¹²⁴ *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005–2030*, Office of the Secretary of Defense, Washington D.C. 2005, s. 41.

¹²⁵ Tamże, Appendix A Missions, s. A-1–A-3.

¹²⁶ *The US Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicles Strategic Vision*, Secretary of the Air Force, Washington D.C. 2005, s. 22.

¹²⁷ *Unmanned Aircraft Systems...*, wyd. cyt., s. 41–42.

– obserwacji i rozpoznania z dużej (bezpiecznej) odległości od obiektów rozpoznania,

– obserwacji i rozpoznania z przelotem nad obiektami rozpoznania,

– rozpoznania obiektów z penetracją silnie bronionej przestrzeni powietrznej.

Przewiduje się, że długotrwałość lotu bezzałogowych statków powietrznych w połączeniu z dużym pułapem, z którego będzie prowadzona obserwacja lub rozpoznanie powietrzne, stworzą dogodne warunki użycia pokładowych technicznych środków rozpoznania oraz zapewnią wystarczająco duży zasięg detekcji i identyfikacji obiektów rozpoznania. Pozwalać to będzie w czasie pokoju na prowadzenie obserwacji i rozpoznania powietrznego obszaru potencjalnie wrogich państw bez konieczności naruszania ich przestrzeni powietrznej. W okresie kryzysu i wojny możliwość prowadzenia rozpoznania z pewnej odległości od obiektu (stand off) będzie się z kolei przyczyniać do zwiększenia żywotności bezzałogowych platform rozpoznawczych.

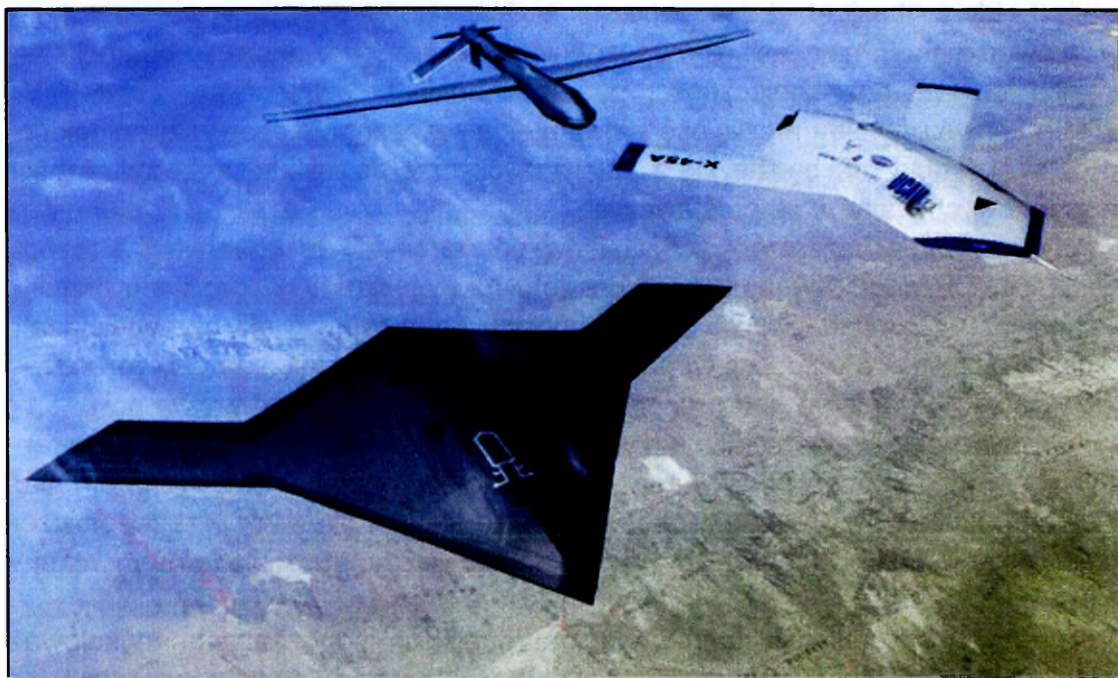
Wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych do obserwacji i rozpoznania powietrznego wymagających przelotu nad obiektami rozpoznania przewidywane jest w perspektywnych koncepcjach operacyjnych dla szeregu zadań rozpoznawczych. W koncepcji Departamentu Obrony USA zakłada się, że bezzałogowe statki powietrzne będą mogły być użyte do nadzorowania akwenów morskich, rozpoznania w operacjach utrzymania pokoju czy w ramach operacji antyterrorystycznych. Za podstawowy warunek prowadzenia rozpoznania z przelotem nad obiektami działań przyjmuje się obezwładnienie systemu obrony przeciwlotniczej przeciwnika w takim stopniu, aby zapewnić bezpieczeństwo platformom rozpoznawczym.

W planach amerykańskich i zachodnioeuropejskich jednoznacznie artykułowany jest postulat rozwoju wyspecjalizowanych bezzałogowych statków powietrznych zoptymalizowanych do prowadzenia rozpoznania wymagającego penetracji silnie bronionej przestrzeni powietrznej. Aczkolwiek rozpoznanie położonych tam obiektów jest obecnie realizowane przez systemy satelitarne, to w wielu opracowaniach teoretycznych podkreśla się, że przewidywalność trajektorii lotów satelitów oraz ich czasu pojawienia się nad określonymi obszarami powoduje, że przeciwnik może skutecznie ukrywać kluczowe obiekty, przerywać określone działania czy pozorować różnego rodzaju aktywność. Bezzałogowe statki powietrzne przystosowane do prowadzenia rozpoznania wewnątrz silnie bronionej przestrzeni powietrznej mają zapewnić zdolność do realizacji zadań rozpoznawczych w sposób oraz w czasie zaskakującym dla przeciwnika, pojawiając się w głębi jego terytorium bez ostrzeżenia¹²⁸. Stosowanie bezzałogowych platform rozpoznawczych eliminować będzie potencjalne komplikacje spowodowane zestrzeleniem samolotu, utratą załogi lub jej wykorzystaniem przez przeciwnika w celach propagandowych.

¹²⁸ *Defense Science Board Study on Unmanned Aerial Vehicles and Unhabited Combat Aerial Vehicles*, OUSD(AT&L), February 2004, cytowane w: *The U.S. Air Force Remotely Piloted Aircraft...*, wyd. cyt., s. 30.

Zakres wykorzystania bezzałogowych aparatów latających do prowadzenia rozpoznania powietrznego został szczegółowo przedstawiony w podrozdziale 2.2.

Współcześnie realizowany przez bezzałogowe statki powietrzne wchodzące w skład lotnictwa sił powietrznych zakres zadań ogniowych ogranicza się do prowadzenia zwalczania obiektów naziemnych połączonego z ich wcześniejszym rozpoznaniem w warunkach posiadanej przewagi w powietrzu. Relatywnie lekkie uzbrojenie ogranicza możliwość zwalczania przez bezzałogowe statki powietrzne obiektów grupowych lub obiektów o dużej rozbudowie inżynierskiej (fot. 10).



Źródło: <http://www.fas.org>.

Fot. 10. Rozpoznawcze i uderzeniowe bezzałogowe statki powietrzne sił zbrojnych USA we wspólnym locie

Perspektywiczne koncepcje stosowania bezzałogowych statków powietrznych (BSP) do realizacji zadań ogniowych zakładają dwa możliwe scenariusze rozwoju bezzałogowych statków powietrznych:

- przystosowanie rozpoznawczych BSP do realizacji dodatkowo zadań uderzeniowych,
- rozwój wyspecjalizowanych uderzeniowych BSP¹²⁹.

Użycie BSP do realizacji zadań ogniowych ma w perspektywie najbliższych kilkunastu lat przynieść wymierne korzyści w porównaniu z wykonywaniem takich zadań przez lotnictwo załogowe. Jako podstawową korzyść wymienia się zgodnie w wielu opracowaniach wyeliminowanie ryzyka utraty załóg lotniczych. Wskazuje

¹²⁹ E. Duck, *Future Missions for Unmanned Aerial Vehicles: Exploring Outside the Box*, „Aerospace Power Journal – Summer 2002”, dostępne z: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/phism02.html>.

się też na możliwość zwiększenia żywotności samolotów bezzałogowych poprzez ograniczenie skutecznych powierzchni odbicia oraz zmniejszenie wielkości charakterystyk termalnych i akustycznych, a także na zdolność wykonywania manewrów z przeciążeniami przekraczającymi odporność ludzkiego organizmu.

W amerykańskich założeniach koncepcyjnych przyjmuje się podział zadań ogniowych BSP na dwie zasadnicze grupy:

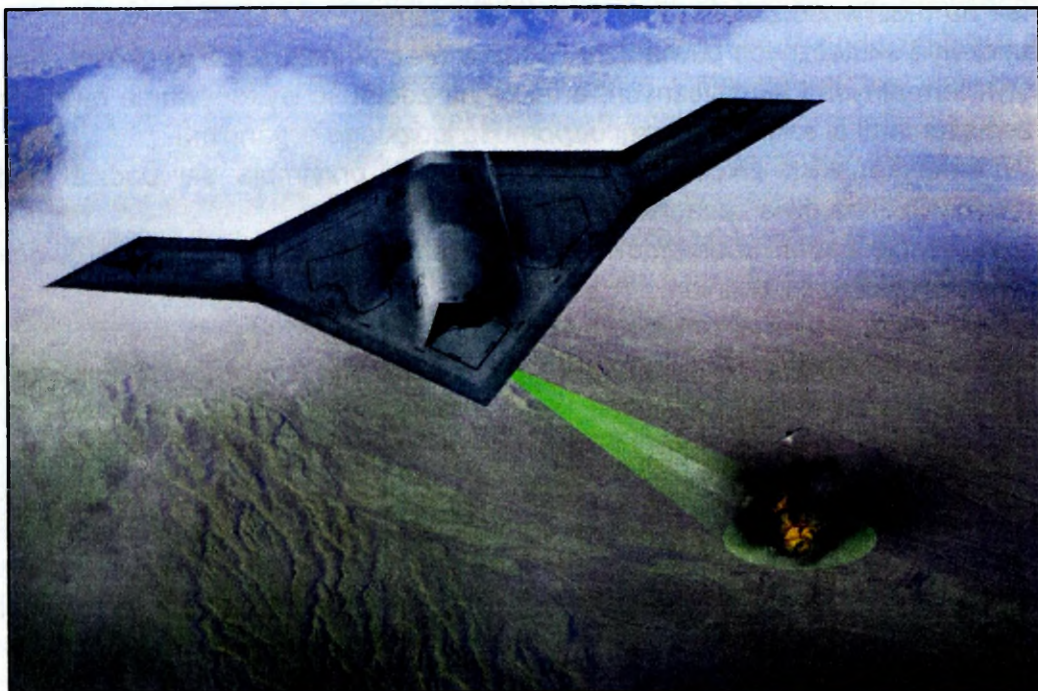
- realizację zadań uderzeniowych powiązaną z długotrwałym dyżurowaniem w powietrzu oraz rozpoznaniem,
- obezwładnianie systemu obrony powietrznej przeciwnika.

Realizacja zadań uderzeniowych przewidywana jest w warunkach posiadania przewagi w powietrzu oraz w sytuacji konieczności zaatakowania obiektów położonych w głębi ugrupowania przeciwnika, gdzie posiada on przewagę lub panowanie w powietrzu. Stąd też zakłada się, że w przypadku realizacji przez BAL zadań uderzeniowych w przestrzeni powietrznej, w której siły własne będą posiadać przewagę bądź panowanie w powietrzu, działania te będą prowadzone w formie uderzeń w ramach długotrwałego dyżurowania nad obszarem, gdzie znajdują się potencjalne obiekty uderzeń, oraz łączone z rozpoznaniem określonych stref. Zauważyć należy, iż tego rodzaju zdolności operacyjne są już obecnie w ograniczonym zakresie implementowane w bezzałogowym lotnictwie sił powietrznych USA i stanowią kierunek rozwoju BAL na najbliższe kilka lat.

Osiąganie przez bezzałogowe aparaty latające zdolności do atakowania silnie bronionych obiektów stanowi perspektywiczny cel w odniesieniu do rozszerzenia spektrum zadań lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych. W perspektywie kilkunastu najbliższych lat przewiduje się wprowadzenie do uzbrojenia lotnictwa sił powietrznych szeregu państw wyspecjalizowanych bojowych samolotów bezzałogowych zoptymalizowanych do realizacji zadań uderzeniowych w głębi ugrupowania bojowego przeciwnika. Zakłada się, iż dzięki większej żywotności od lotnictwa załogowego, BSP będą stanowić podstawowy środek do atakowania silnie bronionych obiektów uderzeń zastępując częściowo w realizacji tego zadania lotnictwo załogowe.

Perspektywiczne wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych do obezwładniania systemu obrony powietrznej przeciwnika (rys. 25) rozpatrywane jest w wielu fachowych publikacjach w aspekcie dwóch podstawowych sposobów walki z środkami obrony powietrznej przeciwnika, jako:

- zaplanowany, uprzedzający atak na system obrony powietrznej przeciwnika,
- reaktywne obronne zwalczanie środków przeciwlotniczych przeciwnika.



Źródło: <http://www.fas.org>.

Rys. 25. Wykorzystanie bojowego bezzałogowego statku powietrznego do zwalczania naziemnych środków obrony powietrznej przy użyciu impulsu elektromagnetycznego

Analiza literatury przedmiotu wskazuje, że w koncepcjach rozszerzenia zadań ogniowych BSP rozpatrywanych w perspektywie najbliższych dwudziestu lat występuje jednak pewien konserwatyzm, przejawiający się rezerwowaniem określonej części zadań uderzeniowych wyłącznie dla załogowego lotnictwa sił powietrznych. Przykładem tego może być bezpośrednie wsparcie lotnicze, w ramach którego przewiduje się użycie wyłącznie załogowego lotnictwa sił powietrznych.

Chociaż doświadczenia z użycia BAL w walce elektronicznej były zbierane już w okresie wojny wietnamskiej oraz operacji w Zatoce Perskiej w 1991 roku, to jednak perspektywiczny zakres wykorzystania systemów bezzałogowych w ramach operacji powietrznych stanowi wyraźne rozwinięcie wcześniejszych założeń doktrynalnych. We wspomnianym już amerykańskim dokumencie koncepcyjnym „Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005–2030” wskazuje się na dążenie do rozwoju i wprowadzenia do uzbrojenia lotnictwa sił powietrznych wyspecjalizowanych bezzałogowych samolotów walki elektronicznej, zdolnych do realizacji zadań ataku elektronicznego przy użyciu energii elektromagnetycznej pasma radiowego, a w dalszej perspektywie poprzez generowanie impulsu elektromagnetycznego albo impulsu mikrofalowego dużej mocy.

Nowym dla BAL zastosowaniem ma się stać w ciągu kilku najbliższych lat realizacja zadań związanych z retranslacją łączności, a w dalszej perspektywie rów-

niez funkcjonowanie jako węzły sieci zabezpieczające użycie wojsk na sieciocentrycznym polu walki.

Jednym z najbardziej nowatorskich pomysłów w zakresie wykorzystania BAL lotnictwa sił powietrznych jest obecnie transport powietrzny, który ukierunkowany ma być w najbliższym okresie na zabezpieczenie potrzeb sił specjalnych. Przewiduje się jednakże rozszerzenie potencjalnego kręgu użytkowników bezzałogowych transportowych statków powietrznych dla zabezpieczenia dostarczania ładunków na lądowiska i zrzutowiska, które są zbyt niebezpieczne dla załogowego lotnictwa transportowego. W zależności od potrzeb BAL przeznaczone do transportu powietrznego mają być wykorzystywane jako systemy jednorazowego użytku lub jak załogowe statki powietrzne – wielokrotnie¹³⁰.

Tendencje rozwojowe w zakresie technicznego rozwoju bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych można, analogicznie do lotnictwa załogowego, rozpatrywać w odniesieniu do poszczególnych elementów konstrukcji i wyposażenia, takich jak: płatowiec, zespoły napędowe, awionika czy też wyposażenie specjalistyczne. Przyjęcie takiego podejścia pozwalać będzie na identyfikację tych rozwiązań technologicznych, które w perspektywie najbliższych kilkunastu lat będą odgrywać najważniejszą rolę w rozwoju technicznym lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych.

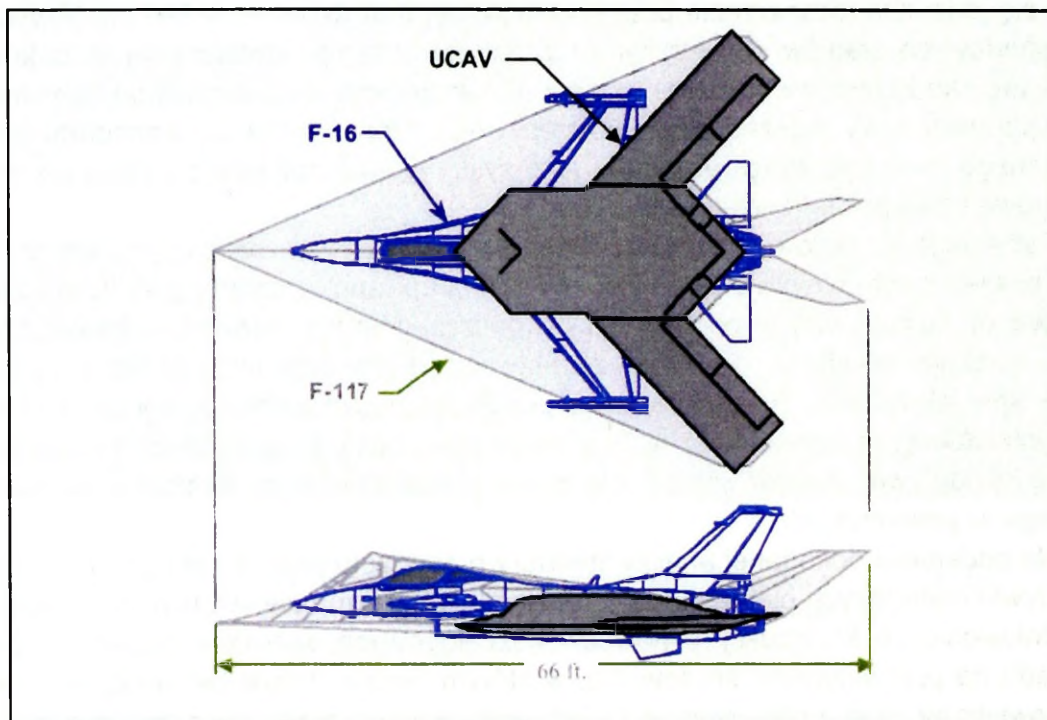
Na podstawie dokonanej analizy literatury przedmiotu można założyć, iż w perspektywie najbliższych piętnastu do dwudziestu lat utrzyma się swoista dychotomia w odniesieniu do konstrukcji płatowców bezzałogowych aparatów latających. Ze względu na przewidywane środowisko, w którym będzie działał bezzałogowy statek powietrzny, oraz zróżnicowanie zadań realizowanych przez poszczególne klasy i typy BAL można przewidywać dwa zasadnicze rozwiązania konstrukcyjne płatowców.

W przypadku bezzałogowych statków powietrznych, które będą optymalizowane do działań we własnej przestrzeni powietrznej albo do użycia w warunkach posiadania przez siły powietrzne przewagi w powietrzu w rejonie wykonywania zadań bojowych, podstawowym determinantem w odniesieniu do płatowców pozostanie wymóg zapewnienia maksymalnej długotrwałości lotu na dużych i średnich wysokościach oraz zapewnienie możliwości przenoszenia relatywnie dużego ładunku użytecznego. Zdecydowanie mniejsze wymagania konstrukcyjne dla tej grupy bezzałogowych statków powietrznych będą dotyczyć odporności płatowca na przeciążenia eksploatacyjne oraz oczekiwania w odniesieniu do manewrowości samego statku powietrznego (rys. 26).

Biorąc pod uwagę rozwiązania stosowane w konstrukcji płatowców wyspecjalizowanych bojowych statków powietrznych przewidywanych do realizacji zadań uderzeniowych przeciwko środkom obrony powietrznej przeciwnika najnowszych generacji lub szczególnie silnie bronionym obiektom położonym w głębi jego terytorium, dostrzec można zupełnie odmienne podejście do wymagań stawianych w stosunku do płatowca. W świetle rozwiązań stosowanych w takich bezzałogo-

¹³⁰ *Unmanned Aircraft Systems...*, wyd. cyt., s. 20–26 oraz Annex A Missions.

wych statkach powietrznych, jak amerykańskie bezzałogowe samoloty uderzeniowe X-45 i X-47 oraz w zachodnioeuropejskim projekcie Neuron, można zauważyć tendencję do stosowania rozwiązań aerodynamicznych zwiększających odporność konstrukcji na zniszczenie oraz obniżających wielkość sygnału odbicia w paśmie radiolokacyjnym i termicznym.



Źródło: <http://www.fas.org>.

Rys. 26. Porównanie wielkości płatowca bojowego bezzałogowego statku powietrznego z samolotami załogowymi F-16 i F-22

W konstrukcji płatowców bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych wykorzystywane będą w perspektywie kilku najbliższych lat prawdopodobnie, przede wszystkim, kompozyty węglowe, co spowodować będzie korzystny stosunek masy płatowca do ogólnego ciężaru statku powietrznego. W pracach rozwojowych prowadzonych w USA testowane są obecnie materiały kompozytowe zawierające kapsułki płynnego kompozytu, które uwalniają się w przypadku kontaktu z powietrzem i wypełniają ubytek w płatowcu. Trwają również badania „samoleczących” materiałów izomerycznych spełniających podobne funkcje.

Analiza współczesnych i perspektywicznych rozwiązań technicznych przewidywanych do zastosowania w bezzałogowych statkach powietrznych wskazuje, że obok płatowców największe przewartościowania będą mieć miejsce w odniesieniu do ich zespołów napędowych. Przewidywać należy rozszerzenie, w stosowanych w bezzałogowych statkach powietrznych lotnictwa sił powietrznych będących w uzbrojeniu w latach 2015–2025, rodzajów jednostek napędowych, a także zwiększenie sprawności tradycyjnych form napędu. Obok tradycyjnych, dotychczas

stosowanych do napędu bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych, silników tłokowych, turbinowych i turboodrzutowych, mogą być w coraz szerszym zakresie stosowane napędy elektryczne, ogniwa paliwowe oraz baterie słoneczne, jak również kombinacje wyżej wymienionych form w ramach hybrydowego zespołu napędowego.

Obserwacja prowadzonych obecnie prac badawczo-rozwojowych w dziedzinie jednostek napędowych dla bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych planowanych do wprowadzenia do uzbrojenia i bojowego wykorzystania w perspektywie najbliższych kilkunastu lat wskazuje, że w odniesieniu do silników turboodrzutowych dominującą tendencją staje się zwiększanie ciągu przy jednoczesnym zmniejszaniu jednostkowego zużycia paliwa oraz masy silnika. W ramach programu „Integrated High Performance Turbine Engine Technology”, prowadzonego wspólnie przez agencje DARPA, NASA oraz siły zbrojne USA w latach 1988–2005, uzyskano zwiększenie promienia taktycznego o 35% oraz wydłużono czas dyżurowania o 120% dla bezzałogowego samolotu tylko poprzez zastosowanie w zespole napędowym rozwiązań optymalizacyjnych postulowanych w programie.

W perspektywie najbliższych kilkunastu lat silniki tłokowe projektowane dla bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych mają być stosowane w aparatach latających o masie startowej mniejszej niż 1000 kg. Silniki tłokowe, zarówno dwusuwowe, jak i czterosuwowe, stosowane w bezzałogowym lotnictwie sił powietrznych spełniają obecnie większość wymagań formułowanych dla jednostkowego zużycia paliwa, niezawodności oraz stosunku masy do mocy.

Ogniwa paliwowe oraz ogniwa słoneczne nie są obecnie rozpatrywane jako podstawowy sposób napędu statków powietrznych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych. NASA prowadziła w 2003 roku badania możliwości zastosowania ogniw paliwowych technologii gazowego wodoru do napędu samolotu bezzałogowego Helios i wykazała, że taki rodzaj napędu osiągał jednostkową sprawność rzędu 80% wartości dla dwusuwowego silnika spalinowego (500 W/h/kg w stosunku do 600 W/h/kg). Przewiduje się, że doskonalenie technologii ogniw paliwowych opartych na ciekłym wodorze może w połączeniu z bateriami słonecznymi stworzyć napęd dla bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do realizacji długotrwałych zadań bojowych na bardzo dużych wysokościach. Można zatem założyć, że w perspektywie 2025 roku mogą pojawić się opisane powyżej hybrydowe zespoły napędowe, dzięki którym bezzałogowe statki powietrzne lotnictwa sił powietrznych, operujące w przestrzeni przykosmicznej, byłyby w stanie wykonywać lot przez kilka tygodni lub nawet dłużej, wykorzystując w dzień energię z baterii słonecznych, a w nocy z ogniw paliwowych. Dużo bardziej prawdopodobnym rozwiązaniem wydaje się jednak uzupełnianie tradycyjnych, turboodrzutowych, turbinowych i tłokowych jednostek napędowych bezzałogowych statków powietrznych przez ogniwa słoneczne i paliwowe generujące dodatkową energię na potrzeby ich pokładowych urządzeń elektronicznych (fot. 11).



Źródło: <http://www.nasa.gov>.

Fot. 11. Prototyp bezzałogowego statku powietrznego Helios napędzanego energią słoneczną

Ważnym elementem technicznego rozwoju lotnictwa bezzałogowego rozpatrywanym w horyzoncie czasowym 2025 roku jest doskonalenie istniejących technologii stosowanych w pokładowych technicznych środkach rozpoznania bezzałogowych statków powietrznych oraz dążenie do pozyskania nowych technologii do takich zastosowań. W świetle dokonanej analizy rozwiązań stosowanych w obecnie wykorzystywanych przez siły powietrzne bezzałogowych statkach powietrznych można stwierdzić, że techniczne środki rozpoznania stosowane przez lotnictwo bezzałogowe obejmują trzy szeroko zdefiniowane grupy sensorów¹³¹:

- środki rozpoznania optoelektronicznego,
- środki rozpoznania radiolokacyjnego,
- środki rozpoznania elektronicznego.

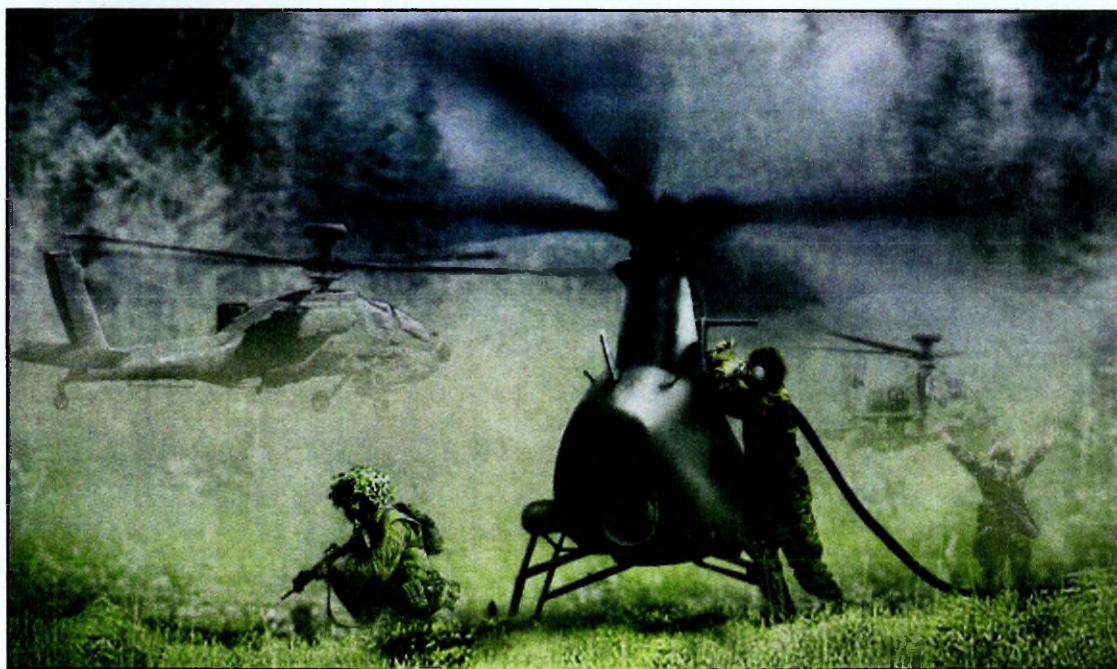
Zaznaczyć trzeba, iż technologie rozpoznania optoelektronicznego nie są obecnie rozwijane oddzielnie dla lotnictwa załogowego i bezzałogowego sił powietrznych, stąd też wiele systemów i rozwiązań jest montowanych zarówno na platformach załogowych, jak i bezzałogowych (patrz podrozdział 2.2).

Rozszerzanie zakresu zadań lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych będzie powodowało poważny wzrost wymagań w stosunku do systemów łączności. W lotnictwie bezzałogowym wymiana informacji za pośrednictwem łączy danych będzie nadal niezbędna do sterowania lotem i realizacją zadań bojowych przez naziemne stacje kontroli. Można przewidywać, że w perspektywie najbliższych

¹³¹ *UAV Systems: Global Perspective, Yearbook 2006/2007*, dostępne z: <http://www.uvs-international.org/pages/UAV%20INFO%20-%20Yearbook%202006.html>.

kilkunastu lat standardem stanie się cyfrowa transmisja danych rozpoznawczych z bezzałogowych samolotów rozpoznawczych sił powietrznych w formie sekwencji wideo, zarówno do organów dowodzenia sił powietrznych szczebla taktycznego, jak i – w stale rosnącym zakresie – do załogowych samolotów uderzeniowych.

W dalszej perspektywie rozwijania przez siły zbrojne zdolności do prowadzenia działań bojowych zgodnie z założeniami koncepcji walki sieciocentrycznej wymiana danych pomiędzy poszczególnymi elementami ugrupowania bojowego sił własnych, w tym także samolotami bezzałogowymi, będzie musiała być niemal nieprzerwana. Można z dużym prawdopodobieństwem założyć, że samolot bezzałogowy będzie za kilkanaście lat, działając na sieciocentrycznym polu walki, informował o swoim położeniu organa zarządzania ruchem lotniczym, własne środki ogniowe oraz inne bezzałogowe statki powietrzne spełniające funkcje rozpoznawcze i uderzeniowe. Konsekwencją takich wymagań będzie konieczność ujednoczenia protokołów wymiany danych, stosowanych częstotliwości oraz standaryzacji sprzętu łączności i sprzętu informatycznego (rys. 27).



Źródło: <http://www.globalsecurity.org>.

Rys. 27. Taktyczny zespół lotniczy składający się ze śmigłowców AH-64 i bezzałogowego śmigłowca rozpoznawczego RQ-8 Scout

Analizy uwarunkowań technicznych związanych z rozwojem bezzałogowych statków powietrznych, bezpośrednio wpływających na kształt lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych do 2025 roku, wskazują na istnienie wielu interdyscyplinarnych problemów, wykraczających poza stricte techniczną problematykę rozwoju płatowców, zespołów napędowych, wyposażenia rozpoznawczego oraz łączności. Do najistotniejszych spośród nich można zaliczyć problemy związane ze zwią-

szaniem autonomii działania bezzałogowych statków powietrznych, które przekładać się będą na konieczność zapewnienia bezpieczeństwa w ruchu powietrznym oraz kontrolę użycia systemów uzbrojenia przez platformy bezzałogowe. Ważnym aspektem rozwoju lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych w perspektywie do 2025 roku pozostanie szeroko rozumiana interoperacyjność¹³².

Pełna integracja bezzałogowych statków powietrznych w ramach działań wojenskowego lotnictwa załogowego prowadzonych w wymiarze wielonarodowym wymagać będzie w ciągu najbliższych kilkunastu lat zwiększenia zakresu standaryzacji technicznej i proceduralnej w wymiarze międzynarodowym. O ile standardy rozwiązań technicznych budowy płatowca i jednostki napędowej będą istotne dla zabezpieczenia logistycznego, o tyle podstawowym obszarem standaryzacji dla lotnictwa bezzałogowego sił powietrznych będzie w perspektywie najbliższych dwudziestu lat implementacja ujednoczonych rozwiązań w zakresie wymiany informacji.

Z przeprowadzonych badań wynika, że za bardziej prawdopodobne należy uznać to, że lotnictwo bezzałogowe sił powietrznych w perspektywie do 2025 roku tworzyć będą głównie bezzałogowe statki powietrzne przeznaczone do realizacji zadań rozpoznawczych oraz zabezpieczenia dowodzenia. Natomiast trudno oczekiwać, w analizowanym horyzoncie czasowym, masowego wprowadzenia do uzbrojenia lotnictwa sił powietrznych wiodących państw większej ilości bojowych (uderzeniowych samolotów bezzałogowych). Bardziej prawdopodobne wydaje się selektywne utrzymywanie w linii niezbyt dużej liczby bojowych samolotów bezzałogowych w celu wsparcia działania lotnictwa załogowego oraz zbierania doświadczeń niezbędnych do dalszego rozwoju technologii.

* * *

Samolot bojowy XXI wieku będzie „platformą bojową”, wszechstronnie zasilaną informacjami z zewnątrz, zdolną odnaleźć dowolny cel w każdych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy i zaatakować go z dużą precyzją – szeroką gamą przenoszonych środków rażenia. Przed 2025 rokiem prawdopodobnie nastąpi przełom w dążeniu do prawdziwego wirtualnego (cyfrowego) świata walki. Perspektywiczny samolot bojowy będzie zbudowany w technologii stealth. Mimo to na jego pokładzie nadal bardzo dużą rolę będzie odgrywał wielospektralny system samoobrony, zdolny do bieżącej oceny sytuacji i podejmowania przeciwdziałania w trybie autonomicznym – stosownie do dynamicznie pojawiających się zagrożeń. Broń precyzyjna w szerokim zakresie będzie uwzględniać takie kryteria, jak: „odpal i pozostań z daleka” 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, skryte wejście w rejon celu (technologia stealth) oraz szybkość i precyzja rażenia.

¹³² *Unmanned Aircraft Systems...*, wyd. cyt., Appendix E. Interoperability Standards.

Zabezpieczenie informacyjne działań lotnictwa wojskowego należy do głównych kierunków badań i przemian, jakie stymulują badania i będą kształtowały rozwój techniczny tego rodzaju wojsk. Kierunek ten wyznacza kilka obszarów badań szczegółowych. Sprowadzają się one do zapewnienia własnemu lotnictwu najwyższego z możliwych poziomu bezpieczeństwa poprzez uniemożliwienie przeciwnikowi rozpoznania i wykrycia działań, a z drugiej strony dostarczeniu własnemu lotnictwu jak najszerzej i najaktualniejszej informacji o przeciwniku.

Rośnie rola informacji w walce. Załoga samolotu myśliwskiego i 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. Urządzenia radiolokacyjne samolotów bojowych podlegają stałym modyfikacjom, których zasadniczymi celami są:

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

W celu realizacji wyżej wymienionych postulatów współczesne biura konstrukcyjne produkują zintegrowane kompleksy radiolokacyjne, które umożliwiają spełnienie wszelkich wymagań taktyczno-technicznych. Nastąpiła znaczna skala integracji urządzeń i systemów w połączeniu z techniką cyfrową i światłowodową, co umożliwia produkcję takich kompleksów.

Jednakże 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, w szczególności ich awionikę, której głównym elementem są radiolokacyjne systemy nawigacyjno-celownicze.

Współcześnie obserwujemy bardzo dynamiczny rozwój samolotów stealth. Zarysowane kierunki rozwoju tych samolotów wskazują jednoznacznie, że w najbliższych latach tendencja ta zostanie zachowana, a nawet ulegnie dalszemu przyśpieszeniu. Pojawiło się także wiele nowych aspektów technologii stealth. Powszechnie stosowane są celowniki radiolokacyjne z anteną ze skanowaniem fazowym i elektronicznie kształtowaną wiązką o obniżonej wykrywalności, sprzężone z termowizorami. Ich uzupełnieniem są pasywne stacje ostrzegawcze o znacznie zwiększonych możliwościach. Komputerowe metody projektowania w połączeniu z aktywnymi układami sterowania pozwoliły 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 rozmiarów przestrzeni powietrznej, która jednocześnie może być efektywnie kontrolowana i zarazem efektywnie broniona. Konsekwencją pojawiających się „dziur” w informacyjnym pokryciu zintegrowanego systemu obrony powietrznej 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 obserwacja przestrzeni powietrznej będzie prowadzona wielospektralnie i oprócz stacji radiolokacyjnych obejmie między innymi radary laserowe, termolokatory, namierniki akustyczne itp.

W najbliższych latach należy oczekiwać istotnych zmian w sposobach wykorzystania lotnictwa stealth. Przede wszystkim zmaleje rola walk powietrznych na dużych odległościach. Będzie to wynikiem niemożliwości wykrywania obiektów stealth na takich dystansach, które umożliwiałyby atakowanie z dużych odległości.

Ważnym kierunkiem rozwoju technologicznego jest doskonalenie lotniczych środków rażenia. Wiele wskazuje na to, że odpalone (zrzucone) lotnicze środki rażenia będą w przyszłości swoistymi minisamolotami (pociskami) kierowanymi odległościowo. Dąży się zatem do spożytkowania zabezpieczenia informacyjnego dla uzyskania precyzji i adekwatności rażenia obiektów wytypowanych do zniszczenia. Poza rozwijaniem precyzji kierowanych środków rażenia dąży się do zwiększania ich zasięgu, aby unikać zagrożenia ze strony obrony przeciwlotniczej obiektów ataku.

Ważną tendencją jest integracja i unifikacja systemów komunikowania, wsparcia i walki. Dąży się do uzyskania jak najniższych kosztów produkcji środków walki jakimi są samoloty bojowe. Z tego powodu są i będą konstruowane uniwersalne, wielozadaniowe platformy bojowe, początkowo załogowe, a w nieodległej przyszłości zapewne głównie bezzałogowe, uniwersalnie wyposażone i zdolne do przenoszenia zróżnicowanego uzbrojenia. Integracja systemów ma pozwolić, z jednej strony, na bardzo szeroką współpracę samolotu z powietrznymi i kosmicznymi systemami wsparcia działań powietrznych, a z drugiej – zapewnić również zdolność samodzielnego pozyskiwania informacji, wykrywania przeciwnika i precyzyjnego rażenia.

W świetle przeprowadzonych analiz obecnych i perspektywicznych zastosowań bojowych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych można stwierdzić, że w perspektywie do 2025 roku zakres zadań bezzałogowych statków powietrznych znacząco się poszerzy. Należy przewidywać, że obok rozpoznania powietrznego lotnictwo bezzałogowe sił powietrznych będzie zdolne do realizacji zadań ogniowych przeciwko szerokiemu spektrum obiektów uderzeń. Bezzałogowe uderzeniowe statki powietrzne lotnictwa sił powietrznych będą w analizowanym okresie wykorzystywane do zwalczania elementów systemu obrony powietrznej przeciwnika

oraz do atakowania szczególnie silnie bronionych obiektów uderzeń, których zwalczanie przez lotnictwo załogowe byłoby zbyt ryzykowne.

Należy przewidywać szersze niż do tej pory wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych do realizacji zadań w ramach walki elektronicznej oraz zabezpieczenia dowodzenia poprzez retranslację łączności. W opracowaniach koncepcyjnych zakłada się możliwość przejmowania przez lotnictwo bezzałogowe sił powietrznych części zadań rozpoznawczych i zabezpieczenia łączności, dotychczas realizowanych przez systemy satelitarne.

Analizy trendów rozwojowych techniki bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych w perspektywie do 2025 roku wskazują, że są one w znacznej mierze zbliżone do prognoz formułowanych dla lotnictwa załogowego sił powietrznych. Charakterystyczną cechą rozwoju technicznego bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych jest utrzymywanie się swoistej dychotomii konstrukcji w zależności od przewidywanego środowiska działania BSP.

Bezzałogowe statki powietrzne, które będą realizować zadania w relatywnie bezpiecznej przestrzeni powietrznej, konstruowane są z uwzględnieniem wymogów maksymalizacji długotrwałości lotu na dużych i średnich wysokościach oraz przenoszenia jak największego ładunku użytecznego. Dla grupy BSP lotnictwa sił powietrznych przeznaczonych do działań w głębi ugrupowania przeciwnika wyraźnym wymogiem jest obniżenie wykrywalności statku powietrznego oraz zapewnienie jego wysokiej żywotności.

Należy przewidywać dalszy postęp w dziedzinie materiałów stosowanych do budowy BSP lotnictwa sił powietrznych. Oprócz kompozytów węglowych możliwe wydaje się rozpoczęcie stosowania materiałów izomerycznych, a nawet biopolimerów transgenicznych.

Następować będzie systematyczny wzrost sprawności energetycznej jednostek napędowych stosowanych w bezzałogowych statkach powietrznych. Wysoce prawdopodobne wydaje się również uzupełnianie tradycyjnych zespołów napędowych BSP przez ogniwa paliwowe oraz baterie słoneczne, wykorzystywane do zwiększenia długotrwałości lotu lub generowania dodatkowej energii dla pokładowych systemów elektronicznych.

Jednym z najistotniejszych aspektów rozwoju technicznego BSP lotnictwa sił powietrznych w horyzoncie czasowym do 2025 roku będzie rozwój i doskonalenie ich systemów awionicznych, w tym przede wszystkim sensorów (technicznych środków rozpoznania). Prace te będą prowadzone równolegle z doskonaleniem technologii rozpoznania obrazowego, a także rozpoznania obiektów ukrytych pod pokrywą roślinności. Z kolei jakościowy wzrost możliwości sensorów bezzałogowych statków powietrznych lotnictwa sił powietrznych będzie powodem zwiększonych wymagań w odniesieniu do systemów łączności BSP. Przewiduje się, że wielkość transferu danych w sieciach łączności sił powietrznych, niezbędna do zabezpieczenia użycia lotnictwa bezzałogowego, może wzrosnąć kilkadziesiąt razy w stosunku do obecnych standardów. Poszukuje się zatem różnych sposobów zwiększenia możliwości przesyłania danych. Jednym ze sposobów jest wykorzy-

stanie łączności laserowej w relacjach łączności pomiędzy bezzałogowymi statkami powietrznymi wykonującymi lot na bardzo dużych wysokościach, jako uzupełniania tradycyjnej cyfrowej łączności radiowej w pozostałych relacjach.

Rozwój bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych wiązał się też będzie z koniecznością rozwiązania interdyscyplinarnych problemów wykraczających poza stricte techniczne aspekty wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych. Do najważniejszych z nich należeć będą: zapewnienie kontroli nad użyciem uzbrojenia przez bezzałogowe statki powietrzne o zwiększonej autonomiczności, integracja lotnictwa bezzałogowego w ramach ruchu lotniczego w przestrzeni kontrolowanej oraz zapewnienie długofalowej interoperacyjności.

Badania programów rozwoju statków powietrznych bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych do 2025 roku wskazują, że ten rodzaj lotnictwa nie zastąpi, lecz raczej uzupełni w analizowanym okresie lotnictwo załogowe sił powietrznych. Można przewidywać, że znaczną część bezzałogowego lotnictwa sił powietrznych stanowią będą samoloty rozpoznawcze. Udział w lotnictwie sił powietrznych bezzałogowych bojowych (uderzeniowych) statków powietrznych w perspektywie najbliższych dwudziestu lat będzie prawdopodobnie niewielki. Wynikać to będzie nie tylko z konieczności kontynuowania prac badawczo-rozwojowych nad tą klasą bezzałogowych statków powietrznych. Można przypuszczać, że alternatywą dla rozwijania bojowych BSP może stać się wprowadzenie do uzbrojenia lotnictwa załogowego nowych generacji lotniczych środków rażenia dalekiego zasięgu, zdolnych nawet do długotrwałego dyżurowania w powietrzu. Stąd też najbardziej prawdopodobnym scenariuszem wydaje się wprowadzenie do uzbrojenia relatywnie niewielkiej ilości uderzeniowych bezzałogowych statków powietrznych w celu wsparcia użycia lotnictwa załogowego sił powietrznych.

Rozdział 5

KIERUNKI ROZWOJU SYSTEMU DOWODZENIA SIŁAMI POWIETRZNYMI DO 2025 ROKU

5.1. Kierunki strukturalnego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku

Współcześnie, w związku z dużą dynamiką przekształceń koncepcji użycia sił zbrojnych, systemy dowodzenia dosyć intensywnie ewoluują w sferze strukturalnej, technicznej i konceptualnej. Głównym motorem napędowym zmian w systemach dowodzenia siłami powietrznymi są nowe możliwości techniczne dowodzenia, które implikują tworzenie adekwatnych do nich koncepcji dowodzenia, a te z kolei wpływają na zmiany struktur i rozmieszczanych w nich organów i środków dowodzenia na różnych typach stanowisk dowodzenia.

Analiza literatury przedmiotu badań¹³³ uzasadnia tezę o wiodącej roli ośrodków naukowo-dydaktycznych sił powietrznych USA w kreowaniu nowych koncepcji dowodzenia siłami powietrznymi. Wśród tych koncepcji w ostatnich latach daje się zauważyć tendencja do zmiany dotychczasowego podejścia do zapisanej doktrynalnie zasady centralizacji dowodzenia i decentralizacji wykonawstwa zadań w siłach powietrznych. Wspomniana zmiana z dużym prawdopodobieństwem wpłynie zarówno na strukturę, jak i wykorzystywane środki dowodzenia siłami powietrznymi.

W dokumentach doktrynalnych sił powietrznych USA można odnaleźć zapisy przywołujące zasadę centralizacji dowodzenia i decentralizacji wykonawstwa, jako sprawdzone i niepodlegające dyskusji, efektywne i wydajne narzędzie pozwalające skutecznie wykorzystywać możliwości sił powietrznych. Na przykład w doktrynie użycia sił powietrznych USA¹³⁴ wciąż można odnaleźć zapis: *Scentralizowane dowodzenie i zdecentralizowane wykonawstwo to krytyczna reguła (imperatyw) skutecznego wykorzystania możliwości bojowych sił powietrznych i kosmicznych*¹³⁵.

Autorzy tego dokumentu zwracają jednak uwagę na wpływ nowoczesnych technologii na kreowanie tendencji wzrostowej centralizacji wykonawstwa zadań w siłach powietrznych¹³⁶. Jednocześnie konstatują oni, że przedmiotowa centralizacja nie może być normą dla wszystkich typów operacji powietrznych.

Na strukturę systemu dowodzenia ma wpływ wiele elementów, takich jak: rozpiętość dowodzenia, inicjatywa w dowodzeniu, sytuacyjna wrażliwość systemów dowodzenia czy taktyczna elastyczność dowodzenia.

¹³³ Opracowania wykonane w ramach programu realizowanego w siłach powietrznych USA *Command and Control Research*, poświęconemu rozwojowi dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku oraz prace E.A. Smitha, D.S. Albertsa, D.S. Pappa, J. Moffata i innych.

¹³⁴ *AFDD 1 Air Force Basic Doctrine*, November 2003, s. 28.

¹³⁵ Tamże.

¹³⁶ Tamże.

Rozpiętość dowodzenia to jeden z najważniejszych wyznaczników rozwoju struktur dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku. Stwierdzenie takie wynika przede wszystkim z analizy literatury przedmiotu badań, do której często odwołują się autorzy światowej literatury poświęconej, między innymi, rozwojowi struktur dowodzenia¹³⁷. W strukturach dowodzenia siłami powietrznymi daje się zauważyć tendencję wzrostu możliwej rozpiętości dowodzenia. Możliwości te wynikają przede wszystkim z nowych technologii wykorzystywanych w dowodzeniu, które zdecydowanie zwiększyły możliwości bezpośredniego udziału dowódców w kierowaniu realizacją zadań przez dużą liczbę podwładnych. W latach 80. ubiegłego wieku uznano za możliwe znaczne poszerzenie rozpiętości kierowania poprzez powszechne wprowadzenie do praktyki kierowania organizacjami niedrogiej, a przez to łatwo dostępnej technologii informatycznej. Komputery przejęły obowiązki części średniej kadry kierowniczej odpowiedzialnej za gromadzenie i selekcję informacji, co pozwoliło jednocześnie zwiększyć rozpiętość kierowania¹³⁸.

W dowodzeniu, uznawanym za szczególną formę kierowania, także dostrzec można podobne zjawisko. Za jedną z właściwości wyodrębniających dowodzenie siłami powietrznymi uznaje się większą niż w innych rodzajach sił zbrojnych rozpiętość dowodzenia, przejawiającą się swoistą centralizacją dowodzenia siłami powietrznymi. Jednocześnie przewiduje się, że do 2025 roku nastąpi najprawdopodobniej kilkudziesięciokrotny wzrost zdolności zbierania, przetwarzania i dystrybuowania informacji w systemach informatycznych i teleinformatycznych automatyzujących dowodzenie siłami powietrznymi.

Wymienione argumenty oraz uwarunkowania wynikające z sieciocentrycznego pola walki mogą spowodować ukierunkowanie rozwoju struktur dowodzenia według koncepcji nazywanej w literaturze przedmiotu badań skrajną centralizacją przy kolektywnym kierownictwie. Według tej koncepcji dowodzenie siłami powietrznymi mogłoby być realizowane w strukturze zilustrowanej na rys. 28.

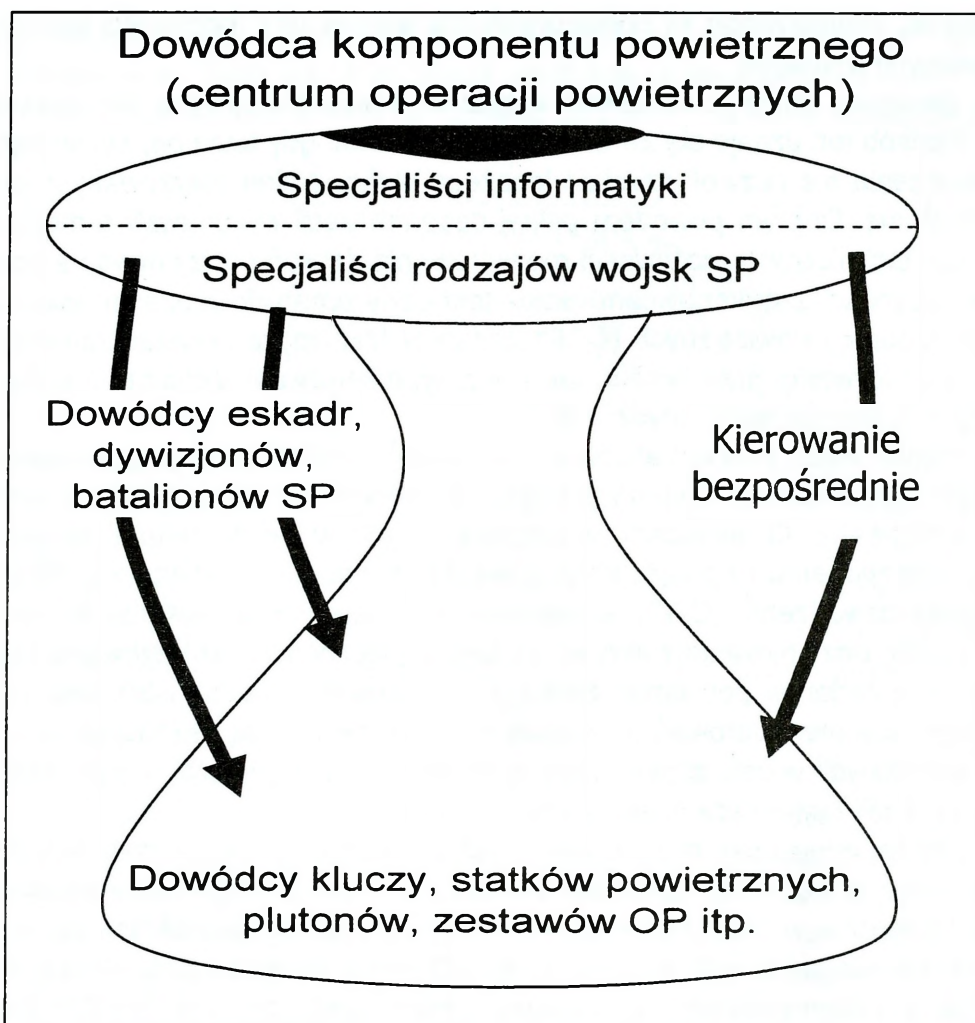
Wskazana struktura dowodzenia wydaje się adekwatna do kierowania siłami powietrznymi w operacjach reagowania kryzysowego prowadzonych z natężeniem maksymalnie stukilkudziesięciu samolotów dziennie. Ponadto misje te powinna charakteryzować znaczna programowalność działań oraz niezbyt duża intensywność użycia siły¹³⁹. Warunki do zastosowania skrajnej centralizacji przy kolektywnym dowodzeniu tworzyły na przykład działania prowadzone przez ponad dekadę w Iraku, w ramach operacji „Northern Watch” i „Southern Watch”, w których najczęściej w przestrzeni powietrznej Iraku jednocześnie nie przebywało więcej niż dziesięć statków powietrznych¹⁴⁰.

¹³⁷ D. Potts, *The Big Issue: Command and Control in the Information Age*, Washington, CCRP, 2003, s. 118.

¹³⁸ http://en.wikipedia.org/wiki/Span_of_control.

¹³⁹ Użycie lub groźba użycia, fizycznych środków do narzucenia komuś swojej woli. Środki te są używane przez zwarte, uzbrojone i zdyscyplinowane grupy realizujące zadania w misjach ONZ i NATO. (tłum. A.G.), *Use of Force and Rules of Engagement*, The Center For Civil-Military Relations Naval Postgraduate School, Monterey, CA, 2007.

¹⁴⁰ J.J. Schaefer III, *Centralized Execution in the U.S. Air Force*, CCRTS, Kansas 2006.



Źródło: opracowano na podstawie: R.A. Webber, *Zasady zarządzania organizacjami*, PWE, Warszawa 1996, s. 547.

Rys. 28. Koncepcja struktury dowodzenia siłami powietrznymi w operacjach reagowania kryzysowego o niedużym natężeniu działań

Trudne natomiast wydaje się wykorzystywanie opisanej struktury dowodzenia siłami powietrznymi do planowania, organizowania, kierowania realizacją i kontrolowania działań prowadzonych na znacznym obszarze geograficznym i z dużym natężeniem użycia samolotów. Tego typu działania miały miejsce w Iraku podczas operacji „Desert Storm”, w której w czasie 41 dni wykonano ok. 90 000 samolotolotów, lub w trakcie operacji „Iraqi Freedom”, w której z kolei tylko 21 marca 2003 roku wykonano 1700 samolotolotów.

Efektywnej rozpiętości dowodzenia siłami powietrznymi w operacjach o dużej intensywności działań upatruje się w jednoczesnym zwiększeniu przepływu informacji, możliwości delegowania uprawnień, swobody wykonywania zadań przez podwładnych, ilości wiarygodnej, terminowej informacji rozpoznawczej. Dowódca

komponentu powietrznego sił połączonych ma jedynie trzy możliwości spełnienia wymienionych wymagań.

Po pierwsze, może zastosować wyłącznie zdecentralizowane wykonawstwo zadań. Sposób ten uznaje się za właściwy w wypadku, gdy uzna on, że centralizacja dowodzenia nie pozwoli uzyskać lepszego efektu zadań realizowanych przez siły powietrzne. Dobrym powodem pełnej decentralizacji wykonawstwa może być także brak technicznych możliwości monitorowania działań i utrzymywania bezpośredniej łączności z wykonawcami przez taktyczny organ dowodzenia, jakim jest Centrum Operacji Powietrznych (COP). Sytuacja taka może powstać zarówno na skutek oddziaływania przeciwnika, jak i w przypadku awarii technicznej wykorzystywanych systemów informatycznych.

Po drugie, może zdecentralizować dowodzenie większością sił, pozostawiając do swojej bezpośredniej dyspozycji część sił, którymi będzie dowodził w sposób zdecentralizowany. O wielkości sił pozostawionych w bezpośredniej dyspozycji dowódcy komponentu sił połączonych powinny decydować możliwości podległego mu organu dowodzenia (COP) w zakresie bieżącego monitorowania działań sił powietrznych, utrzymywania z nimi bezpośredniej łączności oraz kierowania bieżącą realizacją zadań w powietrzu. Stosując ten sposób dowódca komponentu powietrznego powinien kierować się regułą minimalizowania sił bezpośrednio przez niego kierowanych w celu zapewnienia maksymalnej kreatywności w wykonywaniu zadań przez jak największą część podległych sił.

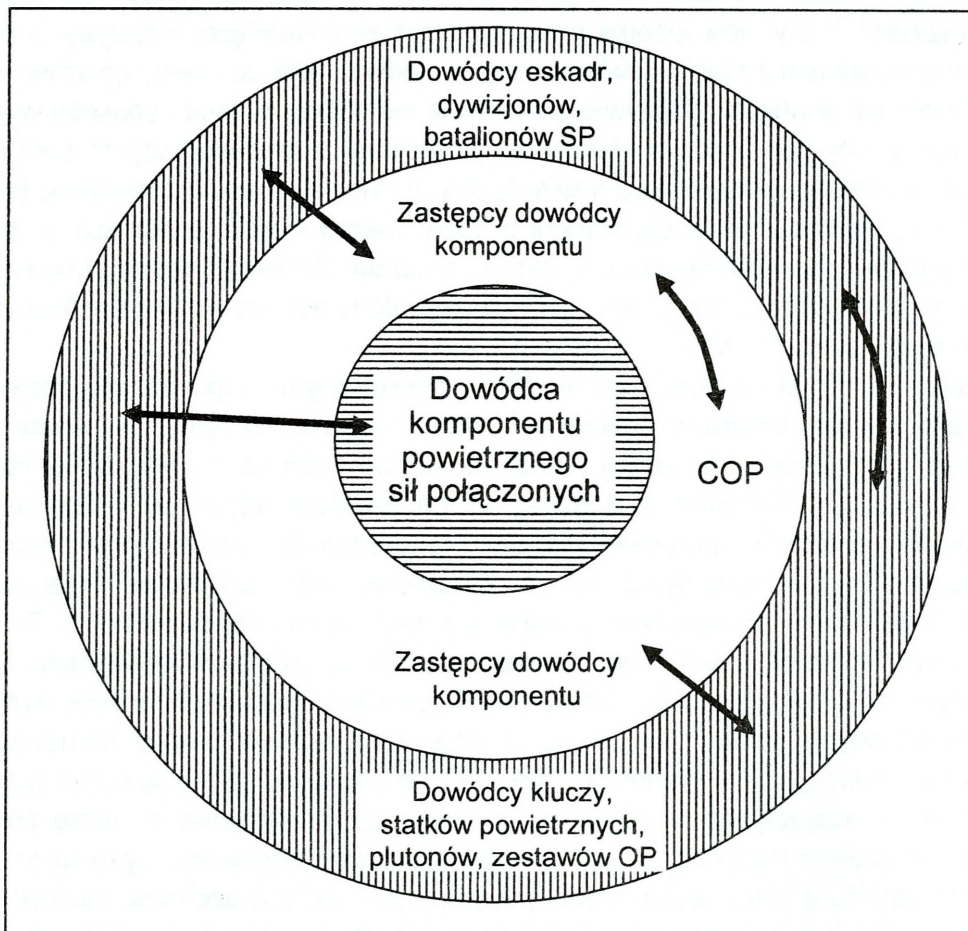
Po trzecie, w wypadku pozostawienia sobie części sił do bezpośredniego zcentralizowanego dowodzenia, dowódca komponentu powietrznego może wyznaczyć swoich zastępców w COP i delegować im uprawnienia do bezpośredniego kierowania walką wspomnianych sił. Jednak sposób ten wprowadza pośredni szczebel dowodzenia, zatem powinien być stosowany tylko wtedy, gdy jedynie COP dysponuje informacją pozwalającą siłom przewidzianym do zcentralizowanego dowodzenia wykonać postawione przed nimi zadanie.

Sprawną realizację funkcji dowodzenia siłami powietrznymi we wszystkich trzech proponowanych sposobach wydaje się zapewniać struktura dowodzenia o kształcie „demokratyczna organizacja”, którą ilustruje rys. 29. Struktura dowodzenia siłami powietrznymi tego typu wydaje się najbardziej adekwatna do wymagań wynikających z sieciocentrycznych uwarunkowań współczesnego pola walki. Charakter relacji hierarchicznych i funkcjonalnych właściwych dla tego typu struktury tworzy dobre warunki także do realizacji pozostałych zagadnień wpływających na strukturę dowodzenia siłami powietrznymi, a mianowicie: inicjatywy, sytuacyjnej wrażliwości oraz taktycznej elastyczności.

Przejęcie lub utrzymanie inicjatywy to pożądane, oczekiwane atrybuty dowodzenia siłami powietrznymi. W wydawnictwach encyklopedycznych¹⁴¹ inicjatywa jest definiowana w ujęciu psychologicznym jako zdolność i tendencja do rozpoczęcia działania, obejmująca wyjście z propozycją takiego działania. Inicjatywę w tym

¹⁴¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Initiative_%28disambiguation%29.

ujęciu charakteryzuje brak ingerencji zewnętrznej, nakazującej lub proszącej o takie działanie. Takie ujęcie inicjatywy uzupełnia jej sposób rozumienia w działaniach wojskowych, jako tworzenie szeregu zagrożeń, na które zareagować musi przeciwnik.



Źródło: opracowano na podstawie: R.A. Webber, *Zasady zarządzania organizacją*, wyd. cyt., s. 549.

Rys. 29. Możliwy kształt struktury dowodzenia siłami powietrznymi w roku 2025 w operacjach o zróżnicowanym natężeniu działań

Można założyć, że możliwości przejęcia oraz utrzymania inicjatywy w działaniach będą jednym z ważniejszych wyznaczników przyszłościowych struktur dowodzenia siłami powietrznymi. Źródła inicjatywy, do których zalicza się: sposób postawienia zadania, styl dowodzenia, przygotowanie podwładnych (ich wiedza i umiejętności) do wykonania zadania oraz indywidualne predyspozycje zarówno przełożonego, jak i podwładnych do wykazywania się inicjatywą, wpływają znacząco na możliwy układ relacji hierarchicznych i funkcjonalnych struktur dowodzenia siłami powietrznymi.

Wymienione czynniki pozostają ze sobą w licznych relacjach przyczynowo-skutkowych. Sposób postawienia zadania zależy najczęściej od stylu dowodzenia, rozumianego w niniejszym opracowaniu jako zbiór trwale stosowanych metod

i technik postępowania przełożonego z podwładnymi¹⁴² lub utrwalony sposób oddziaływania przełożonego na podwładnych, tak aby zachowywali się zgodnie z jego wolą¹⁴³.

W dowodzeniu siłami powietrznymi wyróżnia się trzy zasadnicze style dowodzenia: przez cele, zadania lub instrukcje. Style te będą też miały zastosowanie w przyszłości¹⁴⁴. Styl dowodzenia przez cele zostawia najwięcej inicjatywy podwładnym, w otrzymanym zadaniu dowiadują się oni jedynie: kto, co i kiedy powinien wykonać. Zatem ich osobistej inicjatywie pozostawia się wybór miejsca i sposobu wykonania zadania. Styl ten uprawia najczęściej przełożony o predyspozycjach demokracji, z dużym zakresem kompetencji intelektualnych. Może go jednak stosować jedynie w wypadku dowodzenia podwładnymi o dużej wiedzy i umiejętnościach, znakomicie przygotowanych do wykonania takiego zadania. Zakres inicjatywy towarzyszący stylowi dowodzenia przez cele sprzyja rozwojowi nowoczesnych struktur dowodzenia siłami powietrznymi.

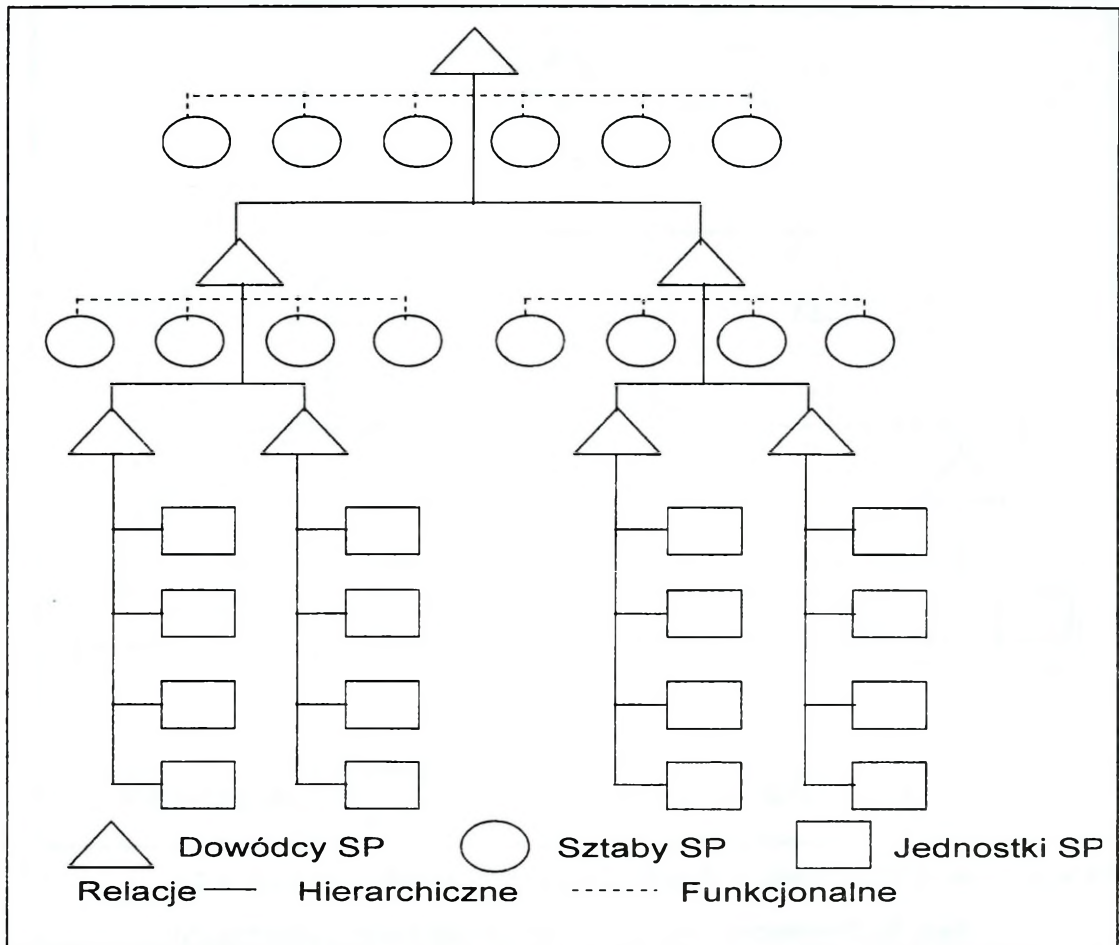
Podobne struktury dowodzenia siłami powietrznymi odpowiadają poziomowi inicjatywy zachowanemu w dowodzeniu przez zadania. W tym stylu dowodzenia w otrzymanym zadaniu dowódca jednostek sił powietrznych dowiedzą się: kto, co, kiedy i gdzie ma wykonać. Natomiast od ich osobistej inicjatywy zależy sposób wykonania zadania. W perspektywie 2025 roku style dowodzenia przez cele i towarzyszące im struktury dywizjonalne, zespołowe oraz zadaniowe i macierzowe dowodzenia siłami powietrznymi wydają się najbardziej prawdopodobne. Dywizjonalna struktura dowodzenia (rys. 30) daje możliwość grupowania jednostek sił powietrznych na przykład według kryterium celu działania, obszaru działania, charakteru prowadzonych działań. Struktura ta daje dużą samodzielność zgrupowanym według wymienionych kryteriów jednostkom, zachowuje jednak jedność rozkazodawstwa wyrażającą się możliwością centralizacji dowodzenia w miarę potrzeb, chociaż umożliwia decentralizację dowodzenia przez delegowanie uprawnień.

Inną strukturą dowodzenia siłami powietrznymi, która może mieć zastosowanie do 2025 roku, jest struktura zespołowa (rys. 31). Struktura ta wydaje się szczególnie adekwatna do wymagań sieciocentrycznego pola walki. W jej ramach następuje delegowanie uprawnień nie pojedynczym jednostkom sił powietrznych, ale całym ich zespołom. Taki charakter struktury powinien sprzyjać samosynchronizacji działań na poziomie modułów bojowych sił powietrznych (grup jednostek), powinien także ułatwiać wysoki poziom współdziałania modułów, a nawet integracji ich działań, co z kolei skutkować powinno oczekiwanym we współczesnych sieciocentrycznych działaniach sił powietrznych efektem synergicznym. Scharakteryzowane struktury – dywizjonalna i zespołowa – powinny dobrze sprawdzać się w jednolitym systemie dowodzenia Sojuszu.

¹⁴² T. Pszczółowski, *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978, s. 234.

¹⁴³ B. Wawrzyniak, *Szkoła zarządzania*, PWE, Warszawa 1967, s. 80.

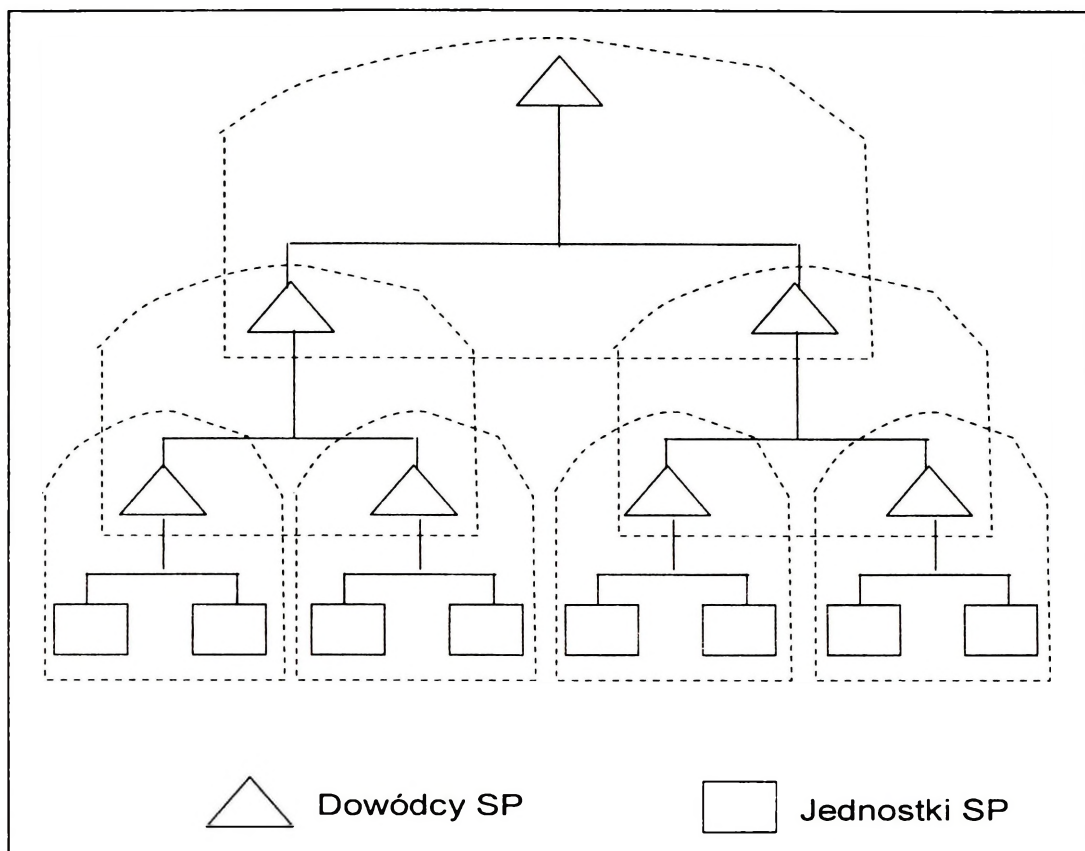
¹⁴⁴ E. Zabłocki, *Dowodzenie siłami powietrznymi*, cz. 1. *Podstawowe zagadnienia*, AON, Warszawa 2004, s. 20–21.



Źródło: opracowano na podstawie: A. Stabryła, *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, PWE, Warszawa 1991, s. 21.

Rys. 30. Dywizjonalna struktura dowodzenia siłami powietrznymi

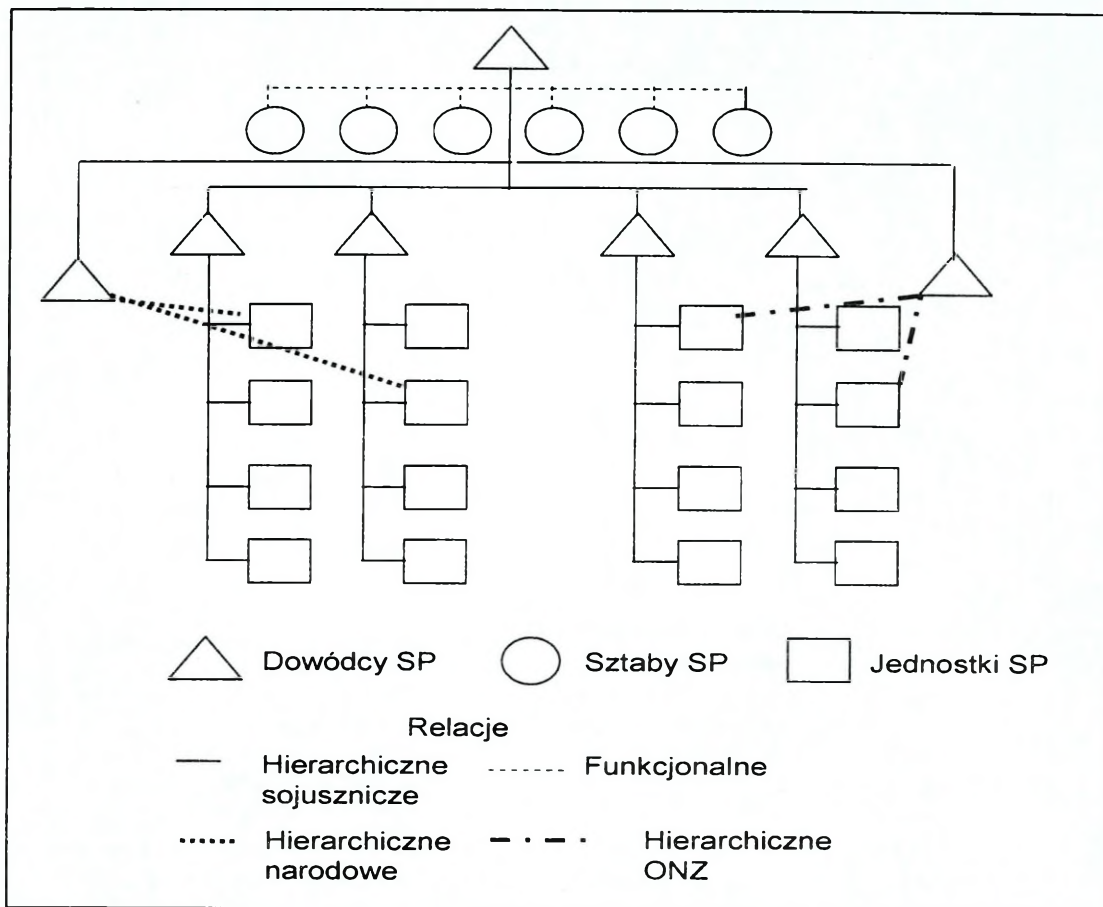
Natomiast wymagania strukturalne dowodzenia siłami powietrznymi, wynikające z uwarunkowań różnego typu operacji reagowania kryzysowego, realizowanych z koniecznością zachowania wielorakich relacji hierarchicznych dowodzenia (np. sojuszniczej lub koalicyjnej i narodowej albo sojuszniczej, Organizacji Narodów Zjednoczonych i narodowej), najlepiej spełniają struktury zadaniowe lub macierzowe dowodzenia siłami powietrznymi. Taką strukturę dowodzenia (rys. 32) siły powietrzne powinny przyjmować w wypadku rosnącej złożoności i zmienności wykonywanych zadań, realizowanych w zmiennym otoczeniu. Struktura zadaniowa pozwala zachować dużą inicjatywę w ramach przydzielonych zadań. Jednak wielorakość podporządkowań hierarchicznych powodować może znaczne opóźnienia w ich realizacji.



Źródło: opracowano na podstawie: A. Stabryła, *Doskonalenie struktury...*, wyd. cyt., s. 21.

Rys. 31. Zespołowa struktura dowodzenia siłami powietrznymi

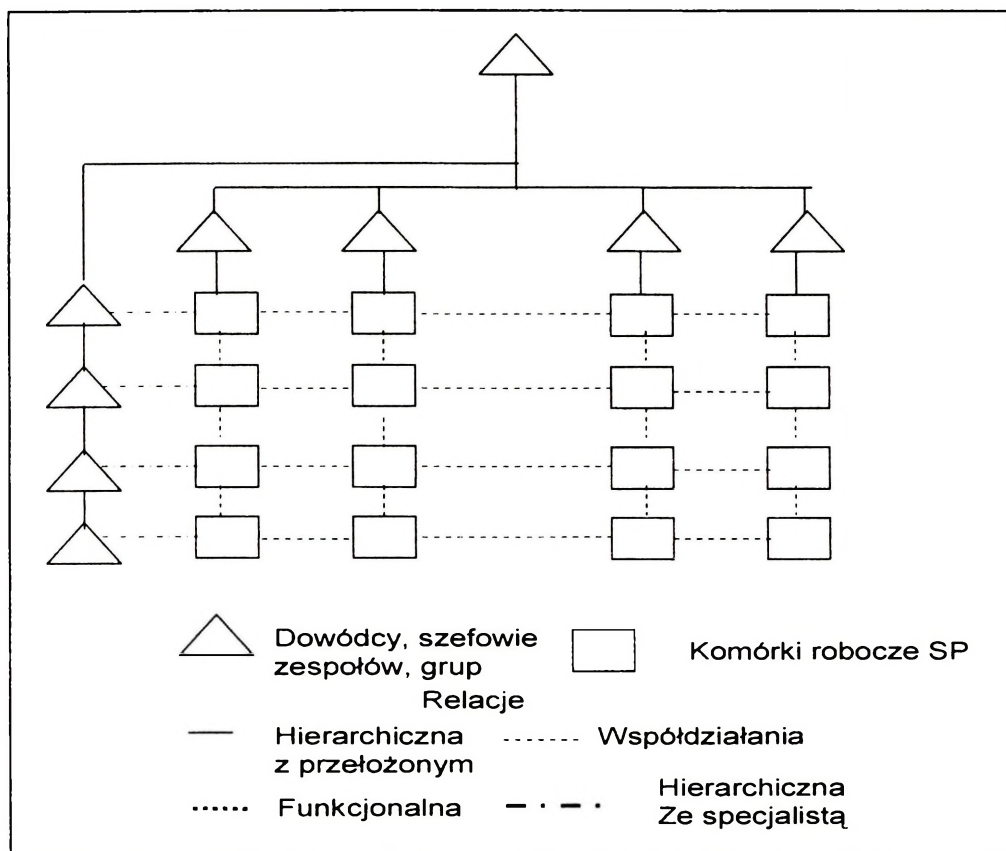
Z kolei struktura macierzowa (rys. 33) utrwala jeszcze bardziej podwójne podporządkowanie jednostek sił powietrznych, które zachowując jednego stałego przełożonego podlegają jeszcze kierownikom poszczególnych zadań. Klasycznym przykładem struktury macierzowej jest prawie każda organizacja wewnętrzna organów dowodzenia siłami powietrznymi, w których komórki (np. A_1 do A_9 w dowództwie komponentu powietrznego) mają swoich stałych szefów, ale część personelu jednocześnie podlega kierownikom komórek takich, jak na przykład połączona grupa robocza targetingu JTWG – Joint Targeting Working Group. Pomimo wykazanych wad zastosowanie takich właśnie struktur dowodzenia prawdopodobnie okaże się w perspektywie 2025 roku często konieczne.



Źródło: opracowano na podstawie: A. Stabryła, *Doskonalenie struktury...*, wyd. cyt., s. 22.

Rys. 32. Zadaniowa struktura dowodzenia siłami powietrznymi

Przyszłe struktury dowodzenia siłami powietrznymi powinny zapewniać im nabieranie cech organizacji uczącej się z różnych źródeł i zdolnych do bardzo szybkiego przetworzenia tej wiedzy w konkretne działania. Właściwość ta ma charakter jednego z atrybutów struktury systemu dowodzenia siłami powietrznymi, nadającej tej strukturze cechy pozwalające tym siłom sprawnie funkcjonować na przyszłym, sieciocentrycznym polu walki. Produktem wyjściowym, właściwym do przyszłych wyzwań w zakresie systemu dowodzenia siłami powietrznymi powinna być oparta na wspólnej świadomości sytuacyjnej jedność wysiłku i spójność zadań realizowanych przez jednostki sił powietrznych.

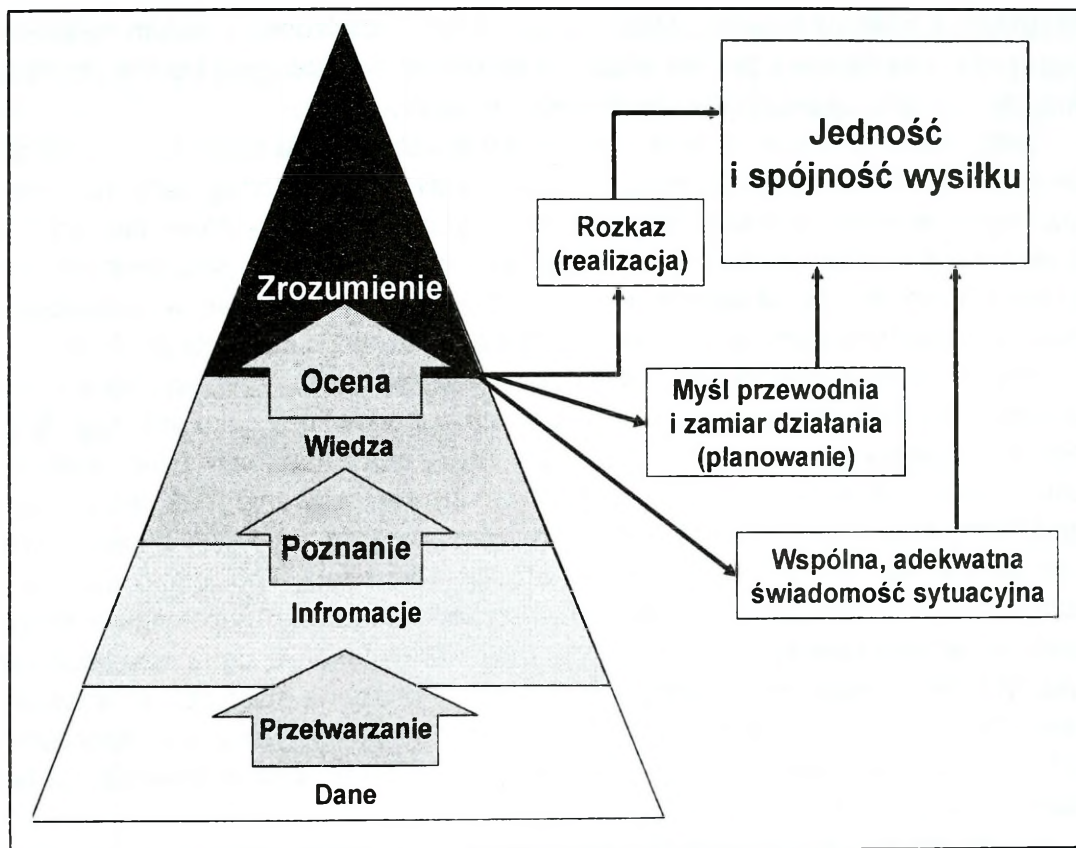


Źródło: opracowano na podstawie: A. Stabryła, *Doskonalenie struktury...*, wyd. cyt., s. 22.

Rys. 33. Macierzowa struktura dowodzenia siłami powietrznymi

Istotnym zabiegiem z punktu widzenia wytyczania kierunków rozwoju struktur dowodzenia do 2025 roku jest opisanie i wyjaśnienie nie tylko technicznych (technologicznych) możliwości tworzenia wspomnianej świadomości sytuacyjnej, ale i swoistej metodyki jej tworzenia. Metodyka ta, właściwie klasyczna dla reguł dowodzenia siłami powietrznymi w środowisku sieciocentrycznym, polega na zebraniu danych pozyskanych z wielu źródeł i sensorów oraz takim ich przetworzeniu, aby w rezultacie osiągnąć pełne zrozumienie środowiska, w którym siły powietrzne mają wykonywać bądź też wykonują zadania. Model tworzenia wspólnego rozumienia sytuacji w dowodzeniu siłami powietrznymi przedstawia rys. 34.

W utrzymaniu na odpowiednim poziomie wrażliwości struktury dowodzenia siłami powietrznymi na sytuację operacyjną znaczącą rolę odgrywa czas. Najnowsze systemy informatyczne i teleinformatyczne wspomagające i automatyzujące dowodzenie siłami powietrznymi (opisane w trzecim rozdziale w niniejszej pracy) poprawiają znacząco wrażliwość sytuacyjną struktur dowodzenia w aspekcie czasu. Jednak problemu tego całkowicie nie rozwiązują.



Źródło: opracowano na podstawie: J.J. Schaefer III, *Centralized Execution in the US Air Force*, CCRTS, Kansas 2006, s. 16

Rys. 34. Model tworzenia wspólnego rozumienia sytuacji w dowodzeniu siłami powietrznymi

Analiza cyklu zwalczania celów wrażliwych czasowo pozwala dostrzec fakt, że w strukturze dowodzenia siłami powietrznymi, w zasadzie poza fazą uderzenia, wszystkie pozostałe mogą być realizowane na różnych szczeblach dowodzenia siłami powietrznymi. Jednak możliwość taka występuje jedynie w wypadku posiadania przez te szczeble wspólnego obrazu sytuacji operacyjnej zasilanej z wielu, wielosensorowych źródeł informacji. Jeśli warunki te zostaną spełnione, uprawdopodobniona staje się sytuacja, w której obiekt wykrywa i lokalizuje komórka satelitarnego rozpoznania kosmicznego, identyfikację i decyzję o jego zwalczaniu podejmuje Centrum Operacji Powietrznych, a zwalcza i ocenia skutki uderzenia dowódca statku powietrznego.

Jednym z istotnych warunków powodzenia tego typu działań jest rezygnacja z ciężkich, tradycyjnych, sztabowo-liniowych struktur dowodzenia siłami powietrznymi na rzecz bardziej nowoczesnych, dostosowanych do nowych możliwości realizacji funkcji dowodzenia w środowisku sieciocentrycznego pola walki. Z punktu widzenia argumentów, jakich dostarcza analiza problemu sytuacyjnej wrażliwości struktur dowodzenia siłami powietrznymi, najbardziej adekwatna do potrzeb zwalczania celów wrażliwych czasowo wydaje się opisana wcześniej struktura demokratyczna,

dla działań o zróżnicowanym natężeniu użycia siły. W działaniach o niskim natężeniu użycia siły właściwsza z punktu widzenia wrażliwości sytuacyjnej będzie struktura skrajnej centralizacji przy kolektywnym dowodzeniu.

Obecnie dostrzec można tendencję tworzenia i stosowania coraz bardziej wyrafinowanych procedur wykorzystujących nowe możliwości technologiczne sieciocentrycznego pola walki i zwiększające wrażliwość sytuacyjną i elastyczność taktyczną sił powietrznych. Procedury te łatwiej realizować w strukturach dywizjonalnych, zespołowych czy też zadaniowych. Coraz trudniej będzie utrzymać w dowodzeniu siłami powietrznymi tradycyjną strukturę sztabowo-liniową o kształcie piramidy.

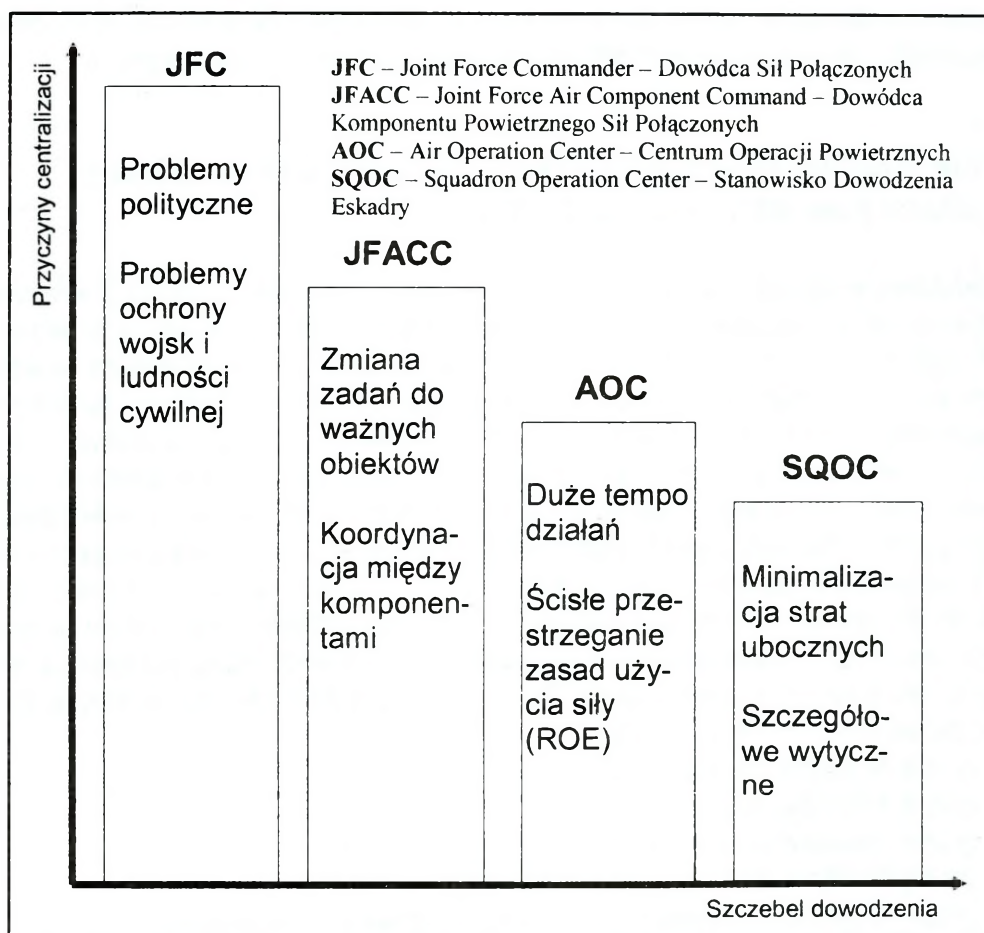
Współcześnie w dowodzeniu siłami powietrznymi często rezygnuje się z tradycyjnego rozumienia imperatywu decentralizacji wykonawstwa, jako jedyne go sposobu pozwalającego osiągnąć w dowodzeniu wystarczającą taktyczną elastyczność. Obecnie raczej ważniejsze może okazać się zastosowanie właściwej metody centralizacji dowodzenia. Należy jednak zawsze pamiętać, że każdy z zastosowanych sposobów centralizacji lub decentralizacji tylko wtedy spowoduje efekt taktycznej elastyczności, jeśli z jednej strony zapewni możliwie najpełniejsze zrealizowanie zamiaru dowódcy, z drugiej zaś możliwie minimalnie ograniczy swobodę wykonywanych zadań przez załogi w powietrzu. Potrzebną elastyczność struktury dowodzenia siłami powietrznymi w stosunku do dynamicznych zmian zachodzących na polu walki zapewnia ich demokratyczny kształt oraz macierzowy układ relacji hierarchicznych i funkcjonalnych.

Przewiduje się, że sytuacja budowania wspólnego obrazu walki powinna ulec poprawie po włączeniu wszystkich statków powietrznych do sieciocentrycznego systemu samosynchronizacji działań. Uznano jednak, że w perspektywie 2025 roku jeszcze bardzo często korzystać trzeba będzie z Centrum Operacji Powietrznych, jako taktycznego szczebla dowodzenia siłami powietrznymi, najlepiej wyposażonego w wiedzę o charakterze celu i doborze najbardziej właściwego uzbrojenia do jego niszczenia.

Ponadto należy zwrócić uwagę na fakt, że należy się liczyć w przyszłych działaniach sił powietrznych z ingerencją polityków w ich użycie. Ingerencja taka zawsze związana będzie z centralizacją dowodzenia siłami powietrznymi na poziomie Centrum Operacji Powietrznych.

W perspektywie 2025 roku należy liczyć się z użyciem sił powietrznych w konfliktach angażujących państwa wyposażone w broń jądrową. W takich działaniach część celów uderzeń sił powietrznych może być jednocześnie obiektami niesłuchania wrażliwymi politycznie. Ponadto można z łatwością, na podstawie doświadczeń wyniesionych chociażby z operacji „Deny Flight”, „Deliberate Force” lub „Allied Force”, zarysować wiele scenariuszy konfliktów, w których wystąpią cele uderzeń sił powietrznych, będące jednocześnie obiektami niesłuchania wrażliwymi politycznie i niekoniecznie związanymi z technologią jądrową. Zatem politycy będą chcieli nadal zachować bezpośredni wpływ na działania sił powietrznych.

Oceniono, że dla sił powietrznych najkorzystniejsze jest rozwiązanie, w którym bezpośredni wpływ polityków na działania sił powietrznych kończyłby się na poziomie dowódcy sił połączonych. Natomiast centralizacja dowodzenia siłami powietzrnymi byłaby realizowana według szczegółowych wytycznych zilustrowanych na rys. 35.



Źródło: opracowano na podstawie: *AFTTP(I) 3-2.3: Multi Service Tactics, technics and Procedures for Time Sensitive Targets*, Air Land Sea Application Center, Langley AFB, 2004, P.III-3.

Rys. 35. Przyczyny centralizacji dowodzenia siłami powietzrnymi

Poza przyczynami politycznymi można przypuścić, że wpływ na centralizację dowodzenia siłami powietzrnymi wywierają także inne czynniki. Dowódcy sił powietrznych będą chcieli w przyszłych działaniach często łączyć taktyczną elastyczność z ostrożnością w działaniach sił powietrznych. Ostrożność ta nie musi wynikać z przyczyn politycznych, może także być powodowana chęcią zachowania w tajemnicy obiektu uderzenia tak długo, jak to możliwe. Możliwa jest także taka sytuacja, że w ramach realizacji zasady komplementarności działań dowódcy rezygnować będą z decentralizacji, aby powielanymi zachowaniami załóg statków powietrznych w reakcji na określone zachowania przeciwnika nie pozwolić mu na wypracowanie standardowych procedur działania.

Wszystkie opisane w niniejszym podrozdziale sposoby centralizowania lub decentralizowania dowodzenia siłami powietrznymi w celu zachowania jak największej taktycznej elastyczności działań tych sił wymagają adekwatnego do nich rozwoju struktur dowodzenia siłami powietrznymi. Liczba i różnorodność sytuacji, w których w perspektywie 2025 roku realizowane będzie dowodzenie siłami powietrznymi, skłania do wysnucia wniosku o konieczności budowania maksymalnie elastycznych, demokratycznych struktur dowodzenia siłami powietrznymi.

5.2. Kierunki technicznego rozwoju systemu dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku

Podstawą wszystkich działań podejmowanych w dowodzeniu siłami powietrznymi jest posiadanie wiarygodnej, terminowej i aktualnej informacji zarówno o przeciwniku, jego potencjalnych i rzeczywistych możliwościach, o warunkach prowadzenia działań jak również o potencjale i możliwościach własnych. Wysoce efektywne i funkcjonalne systemy dowodzenia i zarządzania powinny umożliwiać szybkie pozyskiwanie i gromadzenie informacji, jej analizowanie i przetwarzanie oraz wspomaganie w procesie podejmowania decyzji, a także automatyczne przekazywanie jej wykonawcom. Realizację powyższych zadań wspomagają różnego typu i przeznaczenia techniczne środki dowodzenia, czyli urządzenia mające sprawnie i w sposób ciągły zapewnić przepływ informacji niezbędnych do dowodzenia podległymi siłami¹⁴⁵. Zasilają one system dowodzenia informacjami, które otrzymują, przenoszą, przetwarzają, gromadzą i przedstawiają. Techniczne środki dowodzenia dzielą się na pięć podstawowych grup (rys. 36):

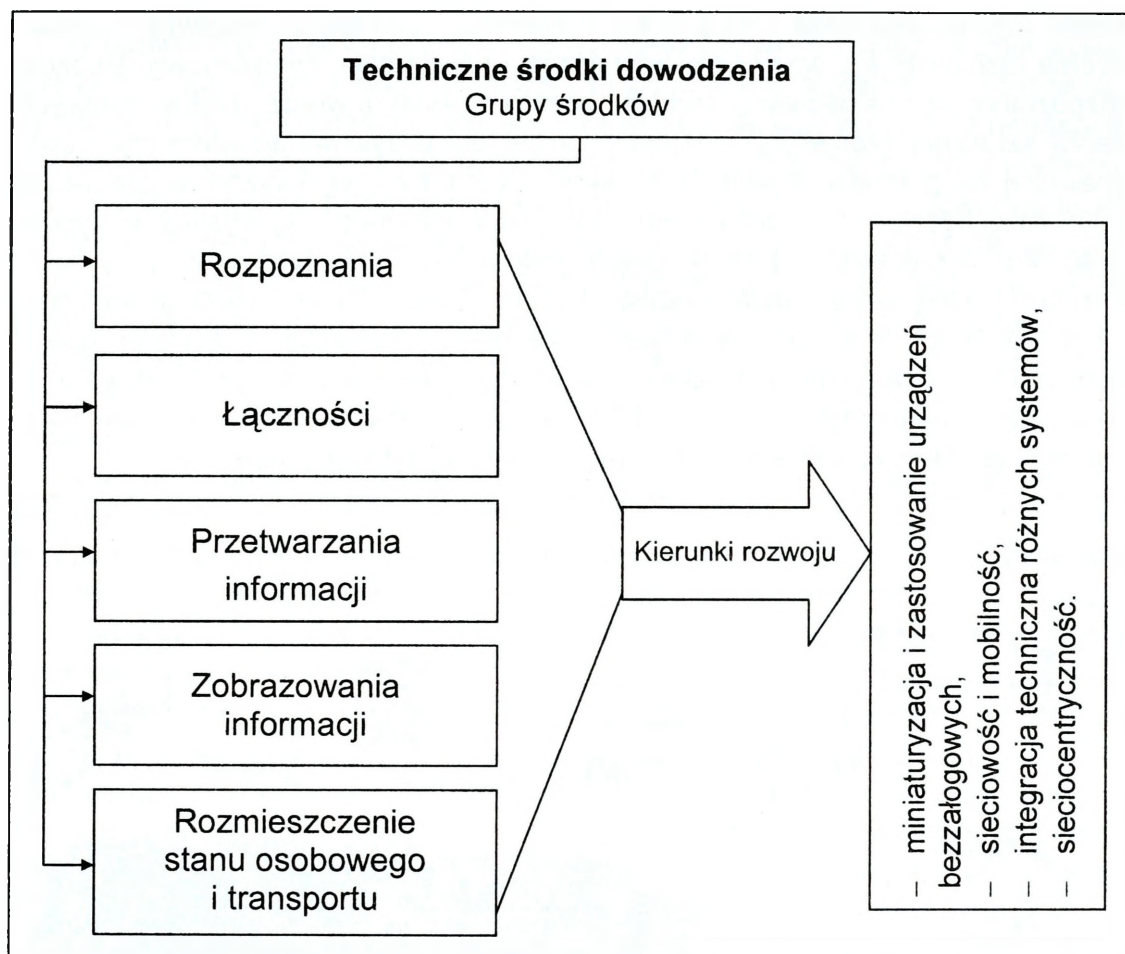
- grupę środków rozpoznania,
- grupę środków łączności,
- grupę środków przetwarzania informacji,
- grupę środków zobrazowania informacji,
- grupę środków rozmieszczenia stanu osobowego i transportu.

Przełomem w dowodzeniu było zastosowanie na szeroką skalę elektronicznych maszyn cyfrowych. Zastosowanie nowej techniki umożliwiło rozpoczęcie prac nad automatyzacją procesu dowodzenia¹⁴⁶. Ma to szczególne znaczenie w dowodzeniu siłami powietrznymi, ze względu na relatywnie krótki czas na podjęcie decyzji. Dzięki postępowi technologicznemu technicznych środków dowodzenia ma miejsce ewolucja rozwiązań systemowych, związanych ze stosowaniem technologii informacyjnych w dowodzeniu siłami powietrznymi: od tak zwanych transakcyjnych systemów przetwarzania danych, ukierunkowanych przede wszystkim na zadania ewidencyjno-sprawozdawcze, poprzez systemy informowania kierownictwa, przynoszące technologie baz danych, aż do najnowszych systemów wspomagania decyzji, z bazą modeli prognostycznych, symulujących i optymalizacyjnych¹⁴⁷.

¹⁴⁵ J. Michniak, *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2005, s. 179.

¹⁴⁶ Automatyzacja to znaczne ograniczenie lub zastąpienie (proces zastępowania) ludzkiej pracy fizycznej i umysłowej przez pracę maszyn działających na zasadzie samoregulacji i wykonujących określone czynności bez udziału człowieka. *Słownik wyrazów obcych*, PWN, Warszawa 2002, s. 94.

¹⁴⁷ Tamże.



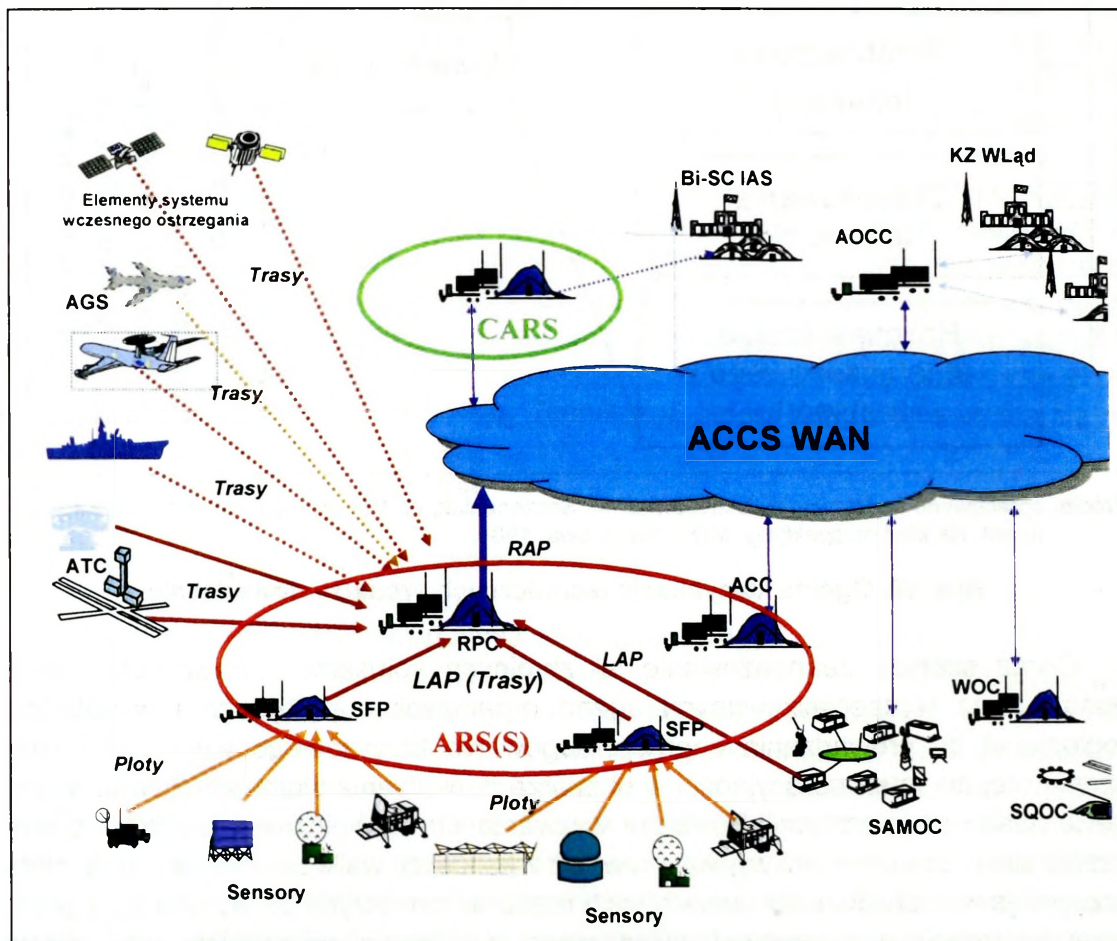
Źródło: opracowano podstawie: P. Sienkiewicz, M. Szczepaniak, W. Więckowski, *Dowodzenie z komputerem. Realia i perspektywy*, MON, Warszawa, 1984.

Rys. 36. Ogólna klasyfikacja technicznych środków dowodzenia

Coraz szersze zaangażowanie sił zbrojnych sojuszków i doraźnych koalicji państw oraz wyspecjalizowanych agend organizacji europejskich i współpracy regionalnej do prowadzenia operacji reagowania kryzysowego wymusza zwiększenie stopnia interoperacyjności w obszarze dowodzenia siłami zbrojnymi, w tym także siłami powietrznymi. Poważne wyzwania dla technicznych środków dowodzenia siłami powietrznymi wynikają również z koncepcji walki sieciocentrycznej, która przewiduje wzrost zdolności operacyjnych licznie mniejszych sił, wynikający z przewagi informacyjnej i wspólnej świadomości sytuacyjnej wszystkich uczestników działań. Skuteczne użycie wojsk w warunkach sieciocentrycznego pola walki wymagać będzie wysokiej sprawności realizacji procesu dowodzenia i warunkowane będzie, między innymi, dostępnością zaawansowanych technologicznie środków dowodzenia (rys. 37).

W dowodzeniu siłami powietrznymi bardzo wiele zależy od możliwości zdobycia wiarygodnej i terminowej informacji o przeciwniku i o warunkach działań, szczególnie w aspekcie prowadzenia działań sieciocentrycznych. Do roku 2025

środki rozpoznania będą rozwijały się w kierunku zwiększenia możliwości prowadzenia rozpoznania z przestrzeni kosmicznej i powietrznej, miniaturyzacji środków rozpoznawczych i stosowania środków bezzałogowych, a wręcz robotów mających cechy sztucznej inteligencji¹⁴⁸. Istotnym aspektem pozyskiwania informacji rozpoznawczej na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi w horyzoncie czasowym 2025 roku będzie multispektralność zdobywania informacji, jej wysoka wiarygodność oraz dostępność niemal w czasie rzeczywistym dla rozproszonych geograficznie na perspektywicznym, sieciocentrycznym polu walki organów dowodzenia sił powietrznych. Ważnym elementem w zasilaniu informacyjnym systemu dowodzenia siłami powietrznymi pozostaną w perspektywie najbliższych dwudziestu lat naziemne systemy radiolokacyjne, które będą dla sił powietrznych w dalszym ciągu ważnym źródłem pozyskiwania informacji o bieżącej sytuacji powietrznej.



Rys. 37. Środki techniczne w systemie dowodzenia siłami powietrznymi

¹⁴⁸ Sztuczna inteligencja ma dwa podstawowe znaczenia. W pierwszym znaczeniu jest to hipotetyczna inteligencja realizowana w procesie inżynieryjnym, a nie naturalnym. W drugim znaczeniu jest to nazwa technologii i dziedzina badań naukowych informatyki na styku z neurologią, psychologią i ostatnio kognitywistyką oraz systemiką, a nawet ze współczesną filozofią, dostępne z: http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja.

W perspektywie czasowej 2025 roku można przewidywać dalszy wzrost wykorzystania w dowodzeniu siłami powietrznymi satelitarnych systemów rozpoznania. Ze względu na żywotność rozpoznawczych systemów satelitarnych, zawierającą się średnio w przedziale od pięciu do dziesięciu lat, należy sądzić, że w perspektywie do 2025 roku w procesie informacyjnego zasilania systemu dowodzenia sił powietrznych będą wykorzystywane co najmniej dwie lub trzy generacje sprzętu o rosnących możliwościach operacyjnych. Wzrastać będzie dostępność środków rozpoznania satelitarnego dla dowodzenia siłami powietrznymi europejskich państw średniej wielkości, które podejmują obecnie intensywne prace nad stworzeniem narodowych i wielonarodowych konstelacji satelitarnych na potrzeby wojskowe i cywilne.

Nowym kierunkiem w rozpoznaniu satelitarnym staje się rozpoznanie radiolokacyjne o dużej rozdzielczości, które zapewnią będzie organom dowodzenia sił powietrznych dostęp do informacji rozpoznawczej przez całą dobę niezależnie od warunków atmosferycznych. Prace w tym zakresie są prowadzone nie tylko przez państwa o dużym potencjale kosmicznym, ale również przez mniejsze państwa, które nie realizowały dotychczas własnych programów kosmicznych. W zakresie rozwoju środków rozpoznania satelitarnego dojdzie prawdopodobnie do połączenia systemów nowej generacji w system europejski, a uzyskane w ten sposób dane będą udostępniane nie tylko do celów wojskowych, ale także na potrzeby organów kierowania policji i zarządzania w przypadkach katastrof za pośrednictwem centrum satelitarnego. Wymóg integracji jest zawarty w „Europejskiej strategii bezpieczeństwa”. Nowe generacje rozpoznawczych systemów satelitarnych będą stopniowo zastępować dotychczas wykorzystywane systemy.

Rozwój nowych narodowych programów rozpoznania satelitarnego powoduje, że w dowodzeniu siłami powietrznymi w perspektywie do 2025 roku należy liczyć na intensyfikację transatlantyckiej współpracy rozpoznawczo-wywiadowczej na szczeblu bilateralnym i multilateralnym w ramach wzmocnionego Zarządu Wywiadu NATO. W dowodzeniu siłami powietrznymi w operacjach o charakterze reagowania kryzysowego należy przewidywać, że równoległe z pogłębieniem współdziałania europejskich służb bezpieczeństwa Unia Europejska przewidziała otwarcie na kooperację z partnerami amerykańskimi¹⁴⁹. Biorąc pod uwagę korzyści wynikające z rozwoju nowych technologii, dotyczących satelitów i sensorów dostępnych dla systemów dowodzenia sił powietrznych państw europejskich w Europie, a także aby sprostać współzawodnictwu w produkcji wysokorozdzielczych obrazów, szczególnie rozwijanych w USA, przewiduje się zastąpienie dużych i drogich satelitów, mniejszymi i tańszymi satelitami, zawierającymi tylko po jednym systemie dla pozyskiwania danych. Część z przewidywanych sensorów nie jest jeszcze dostatecznie dopracowana i wymaga dalszych badań. Inne są lub będą wkrótce dostępne, lub będą rozwijane w ramach współpracy bilateralnej¹⁵⁰.

¹⁴⁹ R. Domisiewicz, *Eurowywiad na horyzoncie*, „Polska Zbrojna” 2004, nr 10.

¹⁵⁰ Tamże.

Jakość i dostępność danych rozpoznawczych dla dowodzenia siłami powietrznymi oferowanych przez europejskie systemy rozpoznania satelitarnego w sposób znaczący zwiększy dostępność danych niezbędnych do planowania operacji powietrznych. Wzrastać będzie również szybkość dostępu do danych rozpoznawczych. Należy liczyć się z pojawieniem się w najbliższych latach nowych możliwości komercyjnych systemów satelitarnych w dostarczaniu na potrzeby systemów dowodzenia sił powietrznych zobrazenia radiolokacyjnego o rozdzielczości poniżej 3 m.

W dalszym ciągu w dowodzeniu siłami powietrznymi będą wykorzystywane systemy rozpoznania satelitarnego, oparte na sensorach fotograficznych. Standardem będzie przekazywanie przez satelity obrazów optycznych: widzialnych, bliskiej podczerwieni i podczerwieni termalnej. Oprócz systemów obrazowania pracujących w zakresie optycznym, a zatem ograniczonych w pozyskiwaniu informacji rozpoznawczej zachmurzeniem, w dowodzeniu amerykańskimi siłami powietrznymi będą wykorzystywane informacje z systemów rozpoznania satelitarnego LACROSS (znane również jako Onyx lub Vega). Rozdzielczość obrazów uzyskiwanych z takich systemów dochodzi do 1 m i mogą one wykrywać obiekty w ruchu (samoloty, samochody), podziemne bunkry i łodzie podwodne w zanurzeniu peryskopowym.

Podsumowując, można stwierdzić, iż w perspektywie do 2025 roku znaczenie systemów rozpoznania satelitarnego jako technicznych środków dowodzenia podgrupy informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie systematycznie wzrastać. Będą one coraz ważniejszym elementem zabezpieczenia funkcjonowania systemu dowodzenia siłami powietrznymi, odgrywając istotną rolę w procesie dowodzenia. Rezultaty działań technicznych środków dowodzenia zasilających informacyjnie system dowodzenia siłami powietrznymi, operujących w przestrzeni kosmicznej będą miały zarówno strategiczne, jak i operacyjno-taktyczne znaczenie.

Dowodzenie, precyzyjne uderzenia, działania w każdych warunkach atmosferycznych, obraz pola walki, nawigacja, ocena działań, odzyskiwanie personelu latającego, żołnierzy i osób cywilnych będzie możliwe lub bardziej skuteczne dzięki znacznemu wykorzystaniu w systemie dowodzenia sił powietrznych informacji pozyskiwanych przez satelitarne środki rozpoznania.

Obecnie prowadzone prace nad satelitarnymi systemami rozpoznania pozwolą w perspektywie kilku najbliższych lat ograniczyć do minimum wpływ zakłóceń atmosferycznych na zdolność rozpoznawania obiektów i obszarów ziemi, co będzie umożliwiało nieprzerwane zasilanie informacyjne systemu dowodzenia siłami powietrznymi. Rozwiązaniem tego problemu w najbliższej przyszłości będą z pewnością kolejne generacje satelitów rozpoznania radiolokacyjnego wyposażone w stacje radiolokacyjne o syntetycznej aperturze (SAR) oraz z funkcją wykrywania obiektów ruchomych (GMTI). Prawdopodobnie żywotność tych urządzeń znacznie wzrośnie dzięki zastosowaniu zarówno nowych materiałów konstrukcyjnych i nowych paliw do silników manewrowych poszczególnych satelitów, jak i wyrafinowanych urządzeń obronnych.

Ważnym elementem technicznych środków rozpoznania zasilających informacyjnie system dowodzenia siłami powietrznymi będą sensory rozpoznawcze przenoszone przez załogowe i bezzałogowe statki powietrzne. W rozpatrywanym horyzoncie czasowym 2025 roku najbardziej prawdopodobnym scenariuszem w zakresie technicznych środków rozpoznania powietrznego wydaje się doskonalenie istniejących technologii stosowanych w pokładowych technicznych środkach rozpoznania załogowych i bezzałogowych statków powietrznych, połączone ze stopniowym wprowadzaniem do uzbrojenia nowych, dotychczas niestosowanych technologii i technicznych środków rozpoznania powietrznego. Uwzględniając spektrum stosowanych rodzajów technicznych środków rozpoznania, które są obecnie wykorzystywane przez siły powietrzne wiodących państw, można sformułować pewne wnioski co do możliwych kierunków ich rozwoju w perspektywie do 2025 roku. Z dużym stopniem prawdopodobieństwa można założyć, że w najbliższych kilkunastu latach załogowe i bezzałogowe statki powietrzne wykorzystywane jako źródła informacji dla systemu dowodzenia sił powietrznych będą obejmować trzy szeroko zdefiniowane grupy sensorów¹⁵¹:

- środki rozpoznania optoelektronicznego,
- środki rozpoznania radiolokacyjnego,
- środki rozpoznania elektronicznego.

Kierunki rozwoju tych środków zostały przedstawione w podrozdziale 2.2.

Podsumowując, techniczne środki rozpoznania lotnictwa załogowego i bezzałogowego, wykorzystywane do informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi w ciągu najbliższych 15–20 lat nadal będą oparte przede wszystkim na optoelektronicznych i radiolokacyjnych technikach detekcji, które w późniejszym okresie mogą zostać uzupełnione o rozpoznanie hiperspektralne oraz lidarowe. W stosunku do obecnie stosowanych technicznych środków rozpoznania powietrznego w perspektywie kilkunastu najbliższych lat nastąpi jakościowe zwiększenie możliwości przetwarzania pierwotnych danych rozpoznawczych w spójne zobrazowanie rozpoznawcze w czasie niemal rzeczywistym już na pokładzie statków powietrznych oraz jego natychmiastowa dystrybucja do odbiorców.

Postęp technologiczny stworzył jakościowo zmienione warunki do zabezpieczenia informacyjnego funkcjonowania systemu dowodzenia siłami powietrznymi w aspekcie realizacji zadań obrony powietrznej oraz kontroli przestrzeni powietrznej. Nowe generacje systemów rozpoznania przestrzeni powietrznej są systematycznie wprowadzane do sił zbrojnych wielu państw. Wyznaczają one przyszłościowe (przedstawione w podrozdziale 2.1) kierunki rozwoju tych systemów.

W dowodzeniu siłami powietrznymi bardzo ważną rolę odgrywają środki łączności, którymi są różnego rodzaju urządzenia umożliwiające przekazywanie informacji na odległość. Środki te obejmują trzy grupy urządzeń: urządzenia łączności przewodowej, radiowej i radioliniowej. Ważnym aspektem determinującym rozwój środków łączności systemu dowodzenia sił powietrznych w perspektywie najbliższych kilkunastu lat będą rosące potrzeby informacyjne organów dowodzenia

¹⁵¹ UAV Systems: *Global Perspective*, Yearbook 2006/2007, wyd. cyt.

wynikające z koncepcji prowadzenia walki sieciocentrycznej oraz wzrost zakresu operacji o charakterze ekspedycyjnym. Obok pełnej digitalizacji transmisji danych przez środki łączności wyraźnie zarysowuje się trend zmiany formy informacji przesyłanych pomiędzy poszczególnymi użytkownikami wewnątrz systemu dowodzenia siłami powietrznymi. Na podstawie doświadczeń z operacji w Iraku i Afganistanie można przewidywać, że obok informacji tekstowych, w systemie dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie do 2025 roku będzie systematycznie wzrastać liczba transmisji obrazu i sekwencji wideo. Dostrzegalny jest również wymóg wymiany coraz większej części informacji w czasie zbliżonym do rzeczywistego, pomiędzy organami dowodzenia sił powietrznych i taktycznymi modułami bojowymi wykonującymi zadania.

Należy przewidywać, że w perspektywicznych systemach łączności telefonicznej na potrzeby systemu dowodzenia sił powietrznych na sieciocentrycznym polu walki to systemy komputerowe będą poszukiwać najlepszych traktów, a jeśli będą niedostępne lub uszkodzone, automatycznie wyszukiwane będą drogi obejścia w ramach dostępnych sieci łączności. Perspektywiczne sieci telefoniczne będą wykorzystywały powszechnie technikę światłowodową, a tam gdzie nie będzie można rozwinąć tradycyjnych kabli będą stosowane połączenia radioliniowe i satelitarne. Dużą wagę przykładają się do zapewnienia bezpieczeństwa połączeń telefonicznych. Stąd też przewiduje się dalszy rozwój urządzeń kryptograficznych, które mają zapewnić bezpieczny przepływ danych. W urządzeniach przewidzianych do użycia w siłach zbrojnych dąży się do tego, aby stały się immanentną częścią tych urządzeń.

W perspektywie 2025 roku można z dużym prawdopodobieństwem założyć, iż rozwój wykorzystania tradycyjnych środków łączności przewodowej na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie zmierzał bardziej w kierunku zastosowań lokalnych. Trzeba się natomiast liczyć z gwałtownym rozwojem w wykorzystaniu do przesyłania informacji na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi satelitarnych sieci telefonicznych należących do operatorów cywilnych, jak i typowo dedykowanych sieci militarnych. Współczesny telefon komórkowy czy też satelitarny umożliwia przekazywanie informacji w formie dźwięku, tekstu, a nawet obrazów czy filmów. Można też przy pomocy takiego telefonu połączyć się z Internetem. Dlatego też teza, że za kilka lat tradycyjne środki łączności przewodowej będą wykorzystywane jako środki o znaczeniu pomocniczym i do zapewnienia łączności lokalnej, na przykład do zapewnienia łączności wewnętrznej stanowiska dowodzenia, wydaje się bardzo prawdopodobna.

W zakresie rozwoju środków łączności radiowej, jakie mogą znaleźć zastosowanie w przesyłaniu informacji na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi, zauważalnymi tendencjami są: rozszerzenie zakresu częstotliwości, miniaturyzacja urządzeń oraz ich mobilność. Obecnie wszystkie firmy przemysłowe proponują użytkownikowi radiostacje o zmienianym losowo zakresie częstotliwości. Radiostacje o stałych częstotliwościach będą miały raczej zastosowania cywilne. Coraz więcej firm proponuje sprzęgnięcie komputera osobistego i małej przenośnej

radiostacji. Jeśli dysponuje się odpowiednim oprogramowaniem, to można przesyłać dowolne pliki lub teksty między komputerami, które połączone są z radiotelefonami wyposażonymi w odpowiednie moduły transmisji danych (MTD)¹⁵². Obecnie konstruktorzy nowych urządzeń przeznaczonych do łączności radiowej pracują nad zwiększeniem możliwości szybkiej transmisji danych, a wręcz mówi się o pakietowej transmisji danych. Współczesne i przyszłe radiostacje będą się same orientowały w terenie poprzez integralnie zabudowany GPS lub inne systemy. Tryb pracy multipleks (jednoczesna i bezkolizyjna transmisja mowy i danych) staje się w tych urządzeniach standardem. Przewiduje się też, że nowoczesne urządzenia tego typu muszą posiadać możliwość łatwego połączenia z taktyczną siecią komputerową oraz możliwość zdalnego zarządzania radiostacją.

Rozwój systemów łączności, które mogą być wykorzystywane w perspektywie kilkunastu najbliższych lat do zabezpieczenia funkcjonowania systemu dowodzenia siłami powietrznymi, zmierza też w kierunku integracji urządzeń różnych generacji. Różnorodność metod i środków przesyłu informacji stawia integratorom systemów łączności całkowicie nowe wymagania. Umiejętne połączenie wielu niezależnych rozwiązań sprawia, że systemy integrujące są najbardziej poszukiwanymi produktami na rynkach teleinformatycznych i telekomunikacyjnych.

Jak już wcześniej stwierdzono, środkami łączności są różnego rodzaju urządzenia umożliwiające przekazywanie informacji na odległość. W dowodzeniu siłami powietrznymi, gdzie zasadniczym środkiem łączności są urządzenia radiowe, załoga samolotu bojowego miała tylko łączność foniczną z siłami własnymi. Informacje o sytuacji bojowej były przekazywane na pokład samolotu w postaci krótkich meldunków głosowych. Były czynione próby z przekazywaniem informacji w innej formie (np. obrazu), ale ograniczenia techniczne powodowały, że informacja inna niż głosowa była przekazywana na pokład statku powietrznego z dużym opóźnieniem. Dopiero rozwój nowych technologii i opracowanie nowych standardów jej dystrybucji, tzw. linków¹⁵³, umożliwił jej wymianę pomiędzy elementami pola walki w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego. W perspektywie do 2025 roku należy oczekiwać pełnego wdrożenia systemów cyfrowej wymiany danych jako podstawowego środka łączności radiowej w dowodzeniu siłami powietrznymi.

Z punktu widzenia dowodzenia siłami powietrznymi ogromne znaczenia ma wprowadzanie systemu cyfrowej wymiany danych Link-16. Kodowa nazwa Link-16 określa cyfrową sieć wymiany danych taktycznych TADIL-J (Tactical Digital Information Link type J), służącą do zapewnienia samolotom lub okrętom, walczącym w danym rejonie, wielostronnego dostępu do informacji. Jest on obecnie standardowym taktycznym systemem danych wszystkich rodzajów broni państw NATO, i jako taki nosi oficjalnie nazwę Joint Tactical Information Distribution System (JTIDS). Jednostki realizujące dane zadanie taktyczne tworzą grupę (Network Par-

¹⁵² http://www.radmor.com.pl/index.php?m_id=191&lang=pl.

¹⁵³ Link – nazwa stosowana w technologiach komputerowych, inaczej hiperłącze, element nawigacyjny ułatwiający przemieszczanie się między dokumentami bądź różnymi miejscami w tym samym dokumencie (odnośnik do innego pliku).

ticipation Group – NPG). Sieć TADIL-J jest zamkniętym systemem, obejmującym zarówno stacjonarne i ruchome urządzenia przetwarzania i transmisji danych, jak i specjalne techniki i środki łączności oraz format danych. Sieć TADIL przekazuje dane między systemem rozpoznania (powietrznego, naziemnego, nawodnego), naziemnymi i powietrznymi ośrodkami dowodzenia oraz jednostkami bojowymi (samolotami lub okrętami). Te ostatnie są zwykle jednocześnie źródłami informacji. Ośrodek dowodzenia szczebla taktycznego zapewnia także przekazywanie danych z TADIL-J do sieci informacyjnej dowództwa nadrzędnego.

Uczestnicy wymiany danych wprowadzają do systemu swoje informacje za pośrednictwem łącza radiowego VHF lub UHF. Dane z różnych źródeł tworzą obraz sytuacji taktycznej w konkretnym rejonie. Kompletna informacja, wzbogacona o decyzje organów dowodzenia, jest przekazywana drogą radiową zainteresowanym jednostkom. Możliwe jest także przekazywanie danych taktycznych bezpośrednio, na przykład między samolotami ugrupowania wykonującego zadanie. Umożliwia to polepszenie tzw. świadomości sytuacyjnej uczestników pola walki i stanowi jeden z filarów sieciocentrycznej koncepcji prowadzenia działań zbrojnych. Można założyć z dużym prawdopodobieństwem, że systemy TDL będą dalej rozwijane w kierunku miniaturyzacji wykorzystywanych urządzeń i osiągnięcia jeszcze większych prędkości przepływu danych.

Zwiększające się systematycznie potrzeby informacyjne organów dowodzenia siłami powietrznymi będą wymuszać, podobnie jak ma to miejsce obecnie, wykorzystanie w zabezpieczeniu łączności na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi komercyjnych środków łączności. W operacjach o charakterze ekspedycyjnym będą to prawdopodobnie przede wszystkim satelitarne systemy łączności. W literaturze przedmiotu powszechnie podkreśla się zwielokrotnienie potrzeb w zakresie szybkości transferu danych w sieciach systemów dowodzenia wojsk, w tym również w systemie dowodzenia siłami powietrznymi. W wypadku niedostatecznych możliwości transmisji danych przez wojskowe systemy łączności satelitarnej nieuniknione będzie wykorzystanie cywilnych, komercyjnych systemów łączności do transmisji części danych na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi. Taka sytuacja wymuszać będzie jednak podejmowanie przedsięwzięć w zakresie ochrony informacji i stosowanie narzędzi kryptograficznych.

W dalszej perspektywie czasowej możliwe będzie stosowanie na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi nowych technicznych środków łączności pozwalających na transmisję danych w niewykorzystywanych dotychczas pasmach spektrum elektromagnetycznego. Prowadzone są obecnie prace badawczo-rozwojowe nad systemami łączności laserowej. Mogłaby ona być stosowana w relacjach łączności powietrze-powietrze na wysokościach powyżej górnej granicy chmur od około 12 000 m¹⁵⁴. Łączność laserowa ma zapewniać transmisję danych z prędkościami rzędu 3 GB/s. W amerykańskiej agencji rządowej DARPA prowadzone są również

¹⁵⁴ E. Ghashghai, *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, Project Air Force, RAND, Santa Monica, 2004, s. 30–31.

wstępne prace nad środkami łączności laserowej działającej w warunkach zachmurzenia zapewniających transmisję danych na odległość od 10 do 12 km¹⁵⁵.

Innym kierunkiem doskonalenia technicznych środków łączności systemu dowodzenia siłami powietrznymi jest wykorzystywanie do łączności radiowej relacji powietrze-powietrze na dużych wysokościach, powyżej 20 000 m, pasma radiowego 55–65 GHz. Ponieważ sygnał radiowy tego pasma częstotliwości jest silnie tłumiony na mniejszych wysokościach (ok. 4–5 db/km), zakłada się, że tego rodzaju transmisje nie będą mogły być skuteczne zakłócane z ziemi¹⁵⁶.

Jedną z właściwości dowodzenia siłami powietrznymi jest duża dynamika działań¹⁵⁷. Tempo zmian sytuacji w operacjach, bitwach i walkach powietrznych mierzy się w godzinach, minutach, a nawet sekundach. Z tego względu występuje duża częstotliwość, z reguły krótkich, cykli dowodzenia¹⁵⁸. Duża dynamika działań wiąże się z nienadążaniem procesów informacyjno-decyzyjnych za ciągle zmieniającą się sytuacją bojową. Sytuacja ta jest mało komfortowa dla decydentów, a stres może negatywnie wpływać na jakość podejmowanych decyzji. Rozwiązaniem zmniejszającym negatywne skutki takiej sytuacji staje się coraz szersze stosowanie technicznych środków dowodzenia automatyzujących niektóre procesy związane z przetwarzaniem i zobrazowaniem informacji.

Współcześnie każde nowoczesne siły powietrzne wykorzystują w dowodzeniu technologie sieciowe. Sieci komputerowe stanowią komputery lub inne urządzenia połączone ze sobą w celu wymiany danych lub współdzielenia różnych zasobów, na przykład korzystania ze wspólnych urządzeń, wspólnego oprogramowania albo centralnej bazy danych przesyłania informacji między komputerami (komunikaty, listy, pliki).

Technologia sieciowa jest praktycznie wykorzystywana w obecnych systemach dowodzenia. Systemy informatyczne i teleinformatyczne są immanentną częścią każdego współczesnego systemu dowodzenia. Istotnym aspektem wykorzystania technologii sieciowych w perspektywnych systemach dowodzenia sił powietrznych jest zwiększanie w wymiarze geograficznym rozległości sieci w ramach rozwiązań „reach back capability”. W rozwiązaniach takich przewiduje się realizowanie w ciągu najbliższych kilkunastu lat przetwarzania pierwotnych danych rozpoznawczych w macierzystych organach dowodzenia rozmieszczonych w miejscach stałej dyslokacji i przekazywanie przetworzonych informacji na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi rozwiniętymi na obszarze operacji. Kolejną tendencją w przetwarzaniu i zobrazowaniu informacji na potrzeby organów dowodzenia siłami powietrznymi staje się integracja w ramach jednego spójnego zobrazowania danych pochodzących z różnych źródeł i dotyczących zróżnicowanych aspektów realizacji zadań bojowych. Przykładem może być korelacja na stanowisku dowodzenia – centrum operacji powietrznych – cyfrowej mapy z prognozą pogody z wyliczonymi

¹⁵⁵ *Making Cloudy Days No Problem For Laser Communications*, 2006, dostępne z: http://www.spacemart.com/reports/Making_Cloudy_Days_No_Problem_For_Laser.htm.

¹⁵⁶ E. Ghashghai, *Communications Networks...*, wyd. cyt., s. 30.

¹⁵⁷ E. Zabłocki, *Dowodzenie siłami powietrznymi*, cz. 1. *Podstawowe zagadnienia*, wyd. cyt. s. 33.

¹⁵⁸ Tamże.

komputerowo strefami, w których będzie możliwe wykorzystanie lotniczych środków rażenia z określonymi systemami kierowania (laserowymi, telewizyjnymi czy GPS).

Przetwarzanie informacji w systemach dowodzenia siłami powietrznymi uzależnione będzie od szeregu dowodzenia oraz funkcji, jakie ma spełniać określony organ dowodzenia. Główny wysiłek w pracach badawczo-rozwojowych skupiony jest na tworzeniu zautomatyzowanych systemów dowodzenia, które będą pozwalać na zmniejszanie wielkości obsad organów dowodzenia lotnictwem przy jednoczesnym zwiększaniu wielkości wysiłku lotniczego, dla którego możliwe będzie realizowanie funkcji dowodzenia związanych z planowaniem działań, stawianiem zadań, nadzorem nad ich realizacją oraz oceną rezultatów działań bojowych. Przykładem takich rozwiązań może być NATO-wski program systemu dowodzenia siłami powietrznymi (NATO Air Command and Control System – ACCS), w ramach którego tworzone jest Centrum Operacji Powietrznych zdolne do przerzutu (Deployable CAOC – DCAOC). Przy obsłudze 56 operatorów zautomatyzowane środki przetwarzania informacji DCAOC mają pozwalać na planowanie użycia lotnictwa z natężeniem do 1000 samolotolotów na dobę oraz stawianie zadań, nadzorowanie ich realizacji i ocenę rezultatów działania¹⁵⁹. NATO planuje stworzenie dwóch zdolnych do przerzutu DCAOC, a zatem można przewidywać, że w perspektywie do 2025 roku systemy DCAOC będą wykorzystywane w działaniach sił powietrznych NATO w ramach operacji prowadzonych poza terytorium Sojuszu.

Automatyzacja przetwarzania i zobrazowania informacji wkracza w coraz większym stopniu do praktyki dowodzenia w siłach powietrznych na szczeblach taktycznych. Dynamicznie rozwijają się zautomatyzowane systemy wspomaganie planowania misji bojowych dla załóg lotnictwa uderzeniowego. Dzięki dostępowi do baz danych organów dowodzenia sił powietrznych i zgodnie z ustaleniami zawartymi w dokumentach rozkazodawczych systemy takie pozwalają organom dowodzenia jednostek lotnictwa oraz załogom lotniczym na zaplanowanie sposobu wykonania zadania bojowego, użycia pokładowych środków rozpoznania oraz użycia uzbrojenia. Rezultaty planowania są dostępne w formie danych cyfrowych wprowadzanych do pokładowych systemów nawigacyjno-celowniczych statku powietrznego. Możliwa jest także wizualizacja rezultatów planowania oraz ich wydruk.

Można przewidywać, że w perspektywie najbliższych kilkunastu lat upowszechnić się będzie stosowanie na taktycznych szczeblach wykonawczych w systemie dowodzenia siłami powietrznymi wielu państw systemów automatyzacji planowania realizacji misji bojowych o dużych możliwościach

We wskazanej perspektywie czasowej należy się spodziewać intensywnych prac nad szerszym, praktycznym wykorzystaniem w systemach automatyzacji procesów dowodzenia siłami powietrznymi tzw. sieci neuronowych. Sztuczne sieci neuronowe są tworem człowieka, ale działaniem naśladują to, co natura stworzyła i rozwijała przez miliony lat – strukturę nerwową potrafiącą odbierać docierające sygnały i efektywnie przetwarzać je na użyteczną informację. Ich wykorzystanie

¹⁵⁹ K. Nesbitt, *Deployable Operations Capability. The NATO Air Command and Control System*, „JAPCC Journal” 2005, edition 2., s. 30.

w procesie dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie kilkunastu najbliższych lat będzie wiązać się z dwoma czynnikami – umiejętnością generalizacji problemów i predykcji informacji oraz nieograniczoną dostępnością rozproszonych w sieciach systemu dowodzenia sił powietrznych komputerów o ogromnej mocy obliczeniowej.

Coraz większą popularność i zainteresowanie sieci neuronowe w dużej mierze zawdzięczają m.in. zdolności równoległego przetwarzania informacji, zdolności do uczenia się oraz uogólniania nabytej wiedzy, stanowiąc pod tym względem system sztucznej inteligencji¹⁶⁰. Głównym celem badań nad sztuczną inteligencją w drugim znaczeniu jest konstruowanie maszyn i programów komputerowych zdolnych do realizacji wybranych funkcji umysłu i ludzkich zmysłów niepoddających się prostej, numerycznej algorytmizacji. Istnieją dwa podstawowe podejścia do pracy nad sztuczną inteligencją. Pierwsze to tworzenie modeli matematyczno-logicznych analizowanych problemów i implementowanie ich w formie programów komputerowych, mających realizować konkretne funkcje uważane powszechnie za składowe inteligencji. W tej grupie, tzw. podejścia symbolicznego, są na przykład algorytmy genetyczne, metody logiki rozmytej i wnioskowania bazującego na doświadczeniu. Z kolei drugie podejście – subsymboliczne – polega na tworzeniu struktur i programów „samouczących się”, bazujących na modelach sieci neuronowej i sieci asocjacyjnych, oraz opracowywaniu procedur „uczenia” takich programów, rozwiązywania postawionych im zadań i szukania odpowiedzi na wybrane klasy „pytań”.

W perspektywie kilkunastu najbliższych lat należy przewidywać pogłębianie się zarysowujących się obecnie kierunków w wizualizacji informacji na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi. Nie tak dawno do zasadniczych środków zobrazowania informacji w dowodzeniu siłami powietrznymi zaliczano głównie dokumenty bojowe, w tym tradycyjne mapy, planszety, aparaturę zapisującą dźwięk, filmy, zdjęcia itp.¹⁶¹ Bez zastosowania nowych technologii środki te z pewnością pozostałyby w dotychczasowej, tradycyjnej formie. Ale osiągnięcia współczesnej informatyki przyczyniły się do rozwoju także tej grupy technicznych środków dowodzenia, co już obecnie wyraźnie uwidacznia się w praktyce dowodzenia siłami powietrznymi.

Analiza literatury, doświadczenia zebrane w czasie ćwiczeń pozwalają postawić tezę, iż tradycyjne, „papierowe” dokumenty powszechnie są i będą zastępowane ich elektronicznymi odpowiednikami. Drukowane będą jednak przetworzone, dostosowane do potrzeb konkretnego użytkownika czy decydenta treści dokumentów, a nie ich całość. Obecnie i w perspektywie 2025 roku rozwój tej formy zobrazowania informacji będzie zmierzał do opracowania bardziej nowoczesnych standardów i ich powszechnego wdrożenia do systemu dowodzenia Sojuszu¹⁶². Rozwój elektro-

¹⁶⁰ http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja.

¹⁶¹ P. Sienkiewicz i in., *Dowodzenie z komputerem*, MON, Warszawa 1984.

¹⁶² Obecnie stosuje się standard AdatP-3.

nicznych form dokumentów zmierza w kierunku pełnej automatyzacji ich opracowywania¹⁶³.

Nowe programy, dzięki zastosowaniu cyfrowych map terenu, umożliwią automatyczne odwzorowanie sytuacji opisanej w dokumencie. W procesie przygotowywania map cyfrowych wykorzystywane są zobrazowania Ziemi w postaci zdjęć lotniczych i satelitarnych, poparte następnie zwiadem terenowym.

W minionych latach do zobrazowania informacji powszechnie stosowano różnego typu planszety ze szkła organicznego. Urządzenia te umożliwiały graficzne zobrazowanie sytuacji powietrznej i naziemnej. Obraz był ręcznie nanoszony na szkło organiczne przez operatorów (planszeczistów). Pod koniec XX wieku możliwość powszechnego zastosowania osiągnięć informatyki pozwoliła na zastosowanie w systemach dowodzenia siłami powietrznymi tzw. zobrazowania wielkoformatowego (fot. 12). Rozwiązanie to było możliwe po opracowaniu rzutników komputerowych o wysokiej rozdzielczości i specjalistycznych programów graficznych oraz odpowiednio wydajnych procesorów. Informacja jest pokazywana w czasie rzeczywistym, przy użyciu umownych znaków graficznych i kolorów na tle cyfrowej mapy obszaru działań. Obecne systemy przedstawiają sytuację w dwóch wymiarach.



Źródło: <http://www.caoc3.com>

Fot. 12. Zobrazowanie wielkoformatowe na jednym ze stanowisk dowodzenia siłami powietrznymi Sojuszu

¹⁶³ Informacja z firmy FILBICO, szkolenie w Wydziale Lotnictwa i Obrony Powietrznej, AON, Warszawa, 7 listopada 2007 roku.

W przyszłości możliwe będzie przedstawianie sytuacji i w trzecim wymiarze, dzięki rozwojowi holografii, która zajmuje się technikami uzyskiwania obrazów przestrzennych (trójwymiarowych).

Od wielu lat można zauważyć dwa trendy w rozwoju środków rozmieszczenia stanu osobowego i transportu w systemie dowodzenia siłami powietrznymi – budowanie dużych, umocnionych, podziemnych stanowisk dowodzenia oraz tworzenie ich mobilnych odpowiedników. Rozwój obiektów stacjonarnych zmierza do zastosowania wszystkich, aktualnie dostępnych rozwiązań technicznych mających wpływ na żywotność takich obiektów.

Praktyka dowodzenia siłami powietrznymi w wielu państwach wskazuje, że nadal są wykorzystywane rozbudowane inżynieryjnie, umocnione stanowiska dowodzenia pełniące funkcje centralnych organów dowodzenia siłami powietrznymi. Niejednokrotnie tego rodzaju stanowiska dowodzenia rozmieszczane są wewnątrz masywów skalnych, które zapewniają im kilkudziesięciometrową osłonę przed lotniczymi lub raketowymi środkami rażenia. Nowym zjawiskiem obserwowanym w krajach arabskich jest stosowanie technik górniczych w budowie nowych, głęboko osadzonych obiektów na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi¹⁶⁴. Pozwala to na maskowanie położenia powstających w ten sposób obiektów przed rozpoznaniem satelitarnym oraz uzyskiwanie wysokiej odporności na uderzenia konwencjonalnych środków rażenia.

Stacjonarne, umocnione obiekty zabezpieczające funkcjonowanie organów dowodzenia siłami powietrznymi będą w perspektywie kilkunastu najbliższych lat mogły funkcjonować zupełnie odizolowane od otoczenia przez bardzo długi okres i realizować funkcje dowodzenia nawet w warunkach użycia broni masowego rażenia. Takie obiekty sprawdzają się w terytorialnych systemach obrony powietrznej, lecz mimo wszystko są dość łatwe do rozpoznania i zniszczenia. Dlatego też w dalszym ciągu będą organizowane obiekty zapasowe i pozorne, mające zmylić potencjalnego przeciwnika. Utrzymywanie stacjonarnych obiektów zabezpieczających funkcjonowanie systemu dowodzenia sił powietrznych wiąże się z wysokimi kosztami, dlatego obecnie nie dąży się do zwiększania ilości umocnionych obiektów dla rozmieszczenia elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi, ale poszukuje innych sposobów zwiększania żywotności systemu. Odstępstwem od takiej reguły są organa dowodzenia siłami powietrznymi rozmieszczone w bezpośredniej bliskości potencjalnych przeciwników, które mogą być narażone na bezpośredni atak raketowy czy powietrzny w wypadku eskalacji sytuacji kryzysowych. W takich sytuacjach, czego potwierdzeniem mogą być bazy amerykańskie w Korei Południowej czy krajach Zatoki Perskiej, nadal dąży się do stosowania pełnej rozbudowy inżynieryjnej obiektów zabezpieczających funkcjonowanie organów dowodzenia sił powietrznych.

Zmiana charakteru zagrożeń militarnych uwidoczniła znaczenie zwiększenia mobilności organów dowodzenia siłami powietrznymi. Okazało się, że siły po-

¹⁶⁴ E.M. Sepp, *Deeply Buried Facilities: Implications for Military Operations*, AU, Maxwell AFB, 2000, s. 10.

wietrzne muszą dysponować w ramach swojego systemu dowodzenia mobilnymi stanowiskami dowodzenia zarówno szczebla operacyjnego, jak i taktycznego. Mobilność osiąga się poprzez zastosowanie środków transportu lądowego, powietrznego i morskiego. Dąży się do unifikacji środków transportowych. Jest to możliwe poprzez rozwijanie „kontenerowych stanowisk dowodzenia”. Kontenery są przystosowane do przetransportowania drogą lądową, powietrzną i morską. Przykładem wprowadzenia tej koncepcji w życie jest stworzenie przez Sojusz Północnoatlantycki mobilnego wielonarodowego centrum operacji powietrznych. W podstawowej konfiguracji DCAOC ma składać się z jedenastu standardowych kontenerów, z czego siedem mają stanowić kontenery z pomieszczeniami do pracy bojowej, dwa kontenery mają mieścić środki łączności, a dwa inne mają być przeznaczone do zabezpieczenia logistycznego¹⁶⁵.

Analogiczne podejście znalazło zastosowanie w amerykańskich koncepcjach zapewnienia mobilności organom dowodzenia siłami powietrznymi szczebla centrum operacji powietrznych. W ramach programu modułowego centrum operacji powietrznych (Modular Air Operations Center – MAOC) opracowano standardowe, przystosowane do przetransportowania moduły (określane również jako transportowalne schrony), z których po połączeniu ma powstawać w pełni funkcjonalne stanowisko dowodzenia¹⁶⁶.

Wraz z rozwojem techniki lotniczej pojawiła się idea umieszczenia elementów systemu dowodzenia w przestrzeni powietrznej, co w latach 60. XX wieku zaowocowało opracowaniem systemu AWACS. Miniaturyzacja technicznych środków rozpoznania oraz możliwości szerokopasmowej transmisji informacji do naziemnych organów dowodzenia systemu dowodzenia siłami powietrznymi będą prawdopodobnie powodować odchodzenie od budowy w przyszłości nowych generacji powietrznych stanowisk dowodzenia. Należy jednak liczyć się z ciągłą modernizacją obecnie użytkowanych powietrznych elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi.

* * *

Rozwój systemów dowodzenia siłami powietrznymi jest reakcją na ewoluujące koncepcje sił powietrznych oraz rezultatem rozwoju technologicznego. Zatem kierunki rozwoju struktury dowodzenia siłami powietrznymi do 2025 roku wytyczały będą:

- zakres zadań sił powietrznych, a w tym przewaga działań w ramach operacji reagowania kryzysowego o niskim natężeniu użycia siły oraz gotowość do prowadzenia intensywnych działań na dużym obszarze z wysokim natężeniem użycia siły,
- szybki, ciągły rozwój techniki i technologii dowodzenia siłami powietrznymi w kierunku coraz większej swobody i programowalności (sieciocentryczności) działań sił powietrznych,
- ciągły rozwój wiedzy i umiejętności personelu sił powietrznych,

¹⁶⁵ K. Nesbitt, *Deployable Operations Capability*, wyd. cyt., s. 30.

¹⁶⁶ Powyższy projekt jest szerzej omawiany w: *Contingency Theater Automated Planning System (CTAPS)*, dostępne z: <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/chaps.htm>.

- rozwijanie się stylów większej swobody dowodzenia siłami powietrznymi,
- uelastycznienie rozpiętości dowodzenia,
- utrzymanie, a najprawdopodobniej wzrost bezpośredniego wpływu polityków na dowodzenie siłami powietrznymi.

Tak szerokie spektrum czynników wpływających na przyszłe struktury dowodzenia siłami powietrznymi pozwala przypuszczać, że praktycznie, ale także teoretycznie niezwykle trudne byłoby przyjęcie jednej, uniwersalnej, sformalizowanej struktury dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie 2025 roku. Natomiast racjonalnym, naukowo uzasadnionym podejściem jest poszukiwanie struktur organizacji dowodzenia siłami powietrznymi o swobodnym kształcie. Strukturę taką wyraża kształt ameby, elastycznie zmieniającej swój wygląd w zależności od potrzeb.

Bardziej precyzyjnie prawdopodobny przyszły zbiór relacji hierarchicznych i funkcjonalnych pomiędzy organami dowodzenia siłami powietrznymi rozmieszczonymi na różnych typach stanowisk dowodzenia wszystkich szczebli organizacyjnych, konstytuujący system dowodzenia siłami powietrznymi jako całość ukierunkowaną na osiąganie celów walki i operacji oraz innych działań sił powietrznych opisuje forma wielopostaciowa struktury dowodzenia siłami powietrznymi.

Struktura wielopostaciowa uwzględnia przede wszystkim wpływ wszystkich wyróżnionych czynników oddziałujących na system, a zatem i na strukturę dowodzenia do 2025 roku. Zakłada ona, że w centrum struktury funkcjonuje względnie trwałe zespół kierowniczy – dowódca regionalny, narodowy dowódca sił powietrznych z różnymi specjalistami tworzącymi sztab dowódcy sił powietrznych. Centrum to otaczają stabilne struktury dywizjonalne, doraźne zespoły i struktury zadaniowe oraz macierzowe, struktury zarówno o kształcie demokratycznym, jak i te ze skrajną centralizacją dowodzenia przy kolektywnym kierownictwie. Każda z nich powinna zostać zaprojektowana odpowiednio do aktualnego zbioru wymagań dla systemu dowodzenia siłami powietrznymi.

Wielopostaciowa, o kształcie ameby, struktura dowodzenia siłami powietrznymi powinna zapewnić sprawne dowodzenie tymi siłami w 2025 roku. Nie oznacza to jednak, iż jest to jedynie słuszne rozwiązanie, ale jedynie racjonalny i należyty uargumentowany wariant takiego rozwiązania. Poszukiwania najbardziej adekwatnych do potrzeb sił powietrznych struktur dowodzenia nimi mają charakter ciągły i nie powinny być przerywane.

Techniczny rozwój środków dowodzenia systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie przebiegał w perspektywie do 2025 roku w zróżnicowany sposób dla poszczególnych podgrup środków zdobywania, przesyłania, przetwarzania i zobrażenia informacji, a także środków rozmieszczenia stanów osobowych i transportu. Dynamicznie wykorzystywane będą w systemie dowodzenia siłami powietrznymi nowe technologie informacyjne zapewniające osiągnięcie zdolności operacyjnych niezbędnych do skutecznego użycia potencjału lotniczego w warunkach perspektywicznego, sieciocentrycznego pola walki.

W grupie technicznych środków rozpoznania zasilających informacyjnie system dowodzenia siłami powietrznymi należy przewidywać w perspektywie najbliższych dwudziestu lat doskonalenie urządzeń rozpoznawczych wykorzystujących radiolo-

kacyjne, radioelektroniczne oraz optoelektroniczne techniki detekcji. W dalszej perspektywie nie można wykluczyć stopniowego wykorzystywania na potrzeby systemu dowodzenia sił powietrznych technicznych środków rozpoznania multispektralnego i hiperspektralnego oraz lidarowego. Miniaturyzacja urządzeń rozpoznawczych pozwolić będzie na ich przenoszenie nie tylko przez samoloty załogowe, ale w coraz większym stopniu również przez bezzałogowe aparaty latające. Postęp technologiczny w dziedzinie komercyjnych i militarnych systemów satelitarnych będzie pozwalał na szersze niż dotychczas wykorzystanie do informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi środków rozpoznania kosmicznego, w tym rozpoznania radiolokacyjnego w trybie pracy syntetycznej apertury oraz wykrywania obiektów ruchomych.

Techniczny rozwój środków łączności związanych z systemem dowodzenia siłami powietrznymi ukierunkowany będzie na zwiększanie możliwości transmisji danych cyfrowych w szerokopasmowych relacjach łączności oraz zwiększanie stopnia bezpieczeństwa łączności. Pomimo że w perspektywie najbliższych dwóch dekad będą wykorzystywane wszystkie dotychczas stosowane typy łączności, to należy przewidywać zróżnicowanie stopnia ich zastosowania w dowodzeniu siłami powietrznymi. Cyfrowe systemy łączności przewodowej będą wykorzystywane przede wszystkim do zabezpieczenia lokalnej łączności fonicznej i przesyłania danych w ramach tego samego organu dowodzenia siłami powietrznymi. Relacje łączności dalekiego zasięgu będą w coraz większym stopniu zabezpieczane przez systemy satelitarnej łączności radiowej. W dalszej perspektywie czasowej można założyć, że w relacjach łączności radiowej powietrze-powietrze stosowane będą laserowe systemy transmisji danych.

Zasadniczym kierunkiem rozwoju środków przetwarzania i wizualizacji informacji w systemach dowodzenia siłami powietrznymi jest dążenie do automatyzacji procesów planowania działań bojowych, stawiania zadań oraz wspomaganie planowania sposobu realizacji tych zadań na szczeblach taktycznych. Systemy przetwarzania danych mają zapewniać znaczące zmniejszenie obsad etatowych stanowisk dowodzenia przy jednoczesnym zwiększaniu wielkości sił, dla których mogą być realizowane funkcje dowodzenia.

Rozszerzeniu ulegać będą w perspektywie najbliższych kilkunastu lat możliwości stosowania rozwiązań sieciowych w systemach przetwarzania i wizualizacji informacji systemu dowodzenia siłami powietrznymi, dzięki czemu rozszerzać się będą możliwości realizacji funkcji dowodzenia przez rozproszone geograficznie elementy funkcjonalne poszczególnych organów dowodzenia lotnictwa oraz oddalone od siebie różne organa dowodzenia.

Wzrost znaczenia operacji o charakterze ekspedycyjnym powoduje rozwój mobilnych oraz przystosowanych do transportu elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi. Wprowadzane są do uzbrojenia modułowe, zautomatyzowane systemy dowodzenia pozwalające na elastyczne konfigurowanie stanowisk dowodzenia siłami powietrznymi różnego rodzaju, w zależności od potrzeb konkretnych operacji. Ten kierunek zmian będzie kontynuowany.

ZAKOŃCZENIE

Przełom XX i XXI wieku przyniósł wiele zmian w systemie światowego bezpieczeństwa. Zanikł bipolarny podział świata na dwa przeciwstawne systemy społeczno-gospodarcze. Groźba wybuchu konfliktu zbrojnego na dużą skalę zmniejszyła się do minimum. Nie oznacza to jednak, że żyjemy w bezpiecznym świecie bez konfliktów. Wśród specjalistów zajmujących się problematyką bezpieczeństwa panuje zgodność co do tego, iż w perspektywie najbliższych 15–20 lat dalszej ewolucji będą podlegały zagrożenia bezpieczeństwa w aspekcie militarnym, co będzie miało wpływ na koncepcje użycia i rozwoju sił zbrojnych. Chociaż zagrożenie konfliktem zbrojnym o dużej skali jest niewielkie, to w wyniku procesów globalizacji zagrożeniem dla funkcjonowania państw i społeczeństw będzie w dalszym ciągu międzynarodowy terroryzm, lokalne konflikty zbrojne o podłożu religijnym, etnicznym czy ekonomicznym, niekontrolowana proliferacja broni masowego rażenia, upadek struktur państwowych czy cyberterroryzm. W układzie sojuszniczym oraz europejskim (Unia Europejska) nakłada to na państwa członkowskie obowiązek takiego przekształcania sił zbrojnych, aby były one gotowe nie tylko do obrony własnego terytorium (państwa, grupy państw lub sojuszu), ale również do udziału w operacjach reagowania kryzysowego w różnych punktach kuli ziemskiej, z reguły z dala od terytorium Sojuszu i naszego kraju.

Ocenia się, że w perspektywie najbliższych dwudziestu lat udział sił zbrojnych w operacjach reagowania kryzysowego będzie podstawowym obszarem ich zarówno bojowego, jak i niebojowego zastosowania. Siły powietrzne, z racji swojego globalnego zasięgu, szybkości reagowania i użycia oraz możliwości dotarcia w przestrzeni powietrznej do dowolnego rejonu Ziemi, będą odgrywać bardzo ważną rolę w przyszłych operacjach. Ich zadania co do istoty i charakteru będą podobne do tych, które siły powietrzne realizują obecnie, zmieni się jednak sposób ich wykorzystania i zmniejszeniu ulegnie czas reakcji.

Z oceny przyszłościowych koncepcji rozwoju i użycia sił zbrojnych wynika, że w perspektywie 2025 roku działania militarne będą prowadzone według założeń walki sieciocentrycznej. Podstawą prowadzenia tej walki będzie posiadanie, poprzez rozległą sieć informacyjną spinającą wszystkie siły biorące udział w danej operacji, przewagi informacyjnej nad przeciwnikiem, dzięki czemu zapewniona zostanie – zarówno dowódcom różnych szczebli, jak i wojskom – świadomość informacyjna. Poprzez to możliwe będzie uprzedzanie przeciwnika i użycie własnych sił tam, gdzie to będzie potrzebne, i wtedy, kiedy będzie to potrzebne. Siły powietrzne, dzięki wspomnianym wyżej właściwościom, będą odgrywać znaczącą rolę w działaniach sieciocentrycznych, dostarczając informacji poprzez sensory rozpoznawcze rozmieszczone w przestrzeni powietrznej, na ziemi i w wodzie oraz oddziałując ogniowo i elektronicznie platformami bojowymi zarówno z powietrza, jak i z ziemi.

Wymienione wyżej zagrożenia bezpieczeństwa determinują rozwój naziemnych i powietrznych systemów rozpoznania sił powietrznych. Funkcjonujące obecnie naziemne systemy rozpoznania radiolokacyjnego będą ciągle modernizowane i udoskonalane, wprowadzane będą też do uzbrojenia nowe urządzenia, które będą wyznaczać przyszłe standardy i kierunki rozwoju. W radarowych systemach rozpoznania dążyć się będzie do zwiększenia możliwości wykrywania obiektów powietrznych wykonanych w technologii stealth, rakiet balistycznych czy skrzydlatych oraz samolotów i śmigłowców bezzałogowych. W perspektywie najbliższych dwudziestu lat naziemne systemy rozpoznania elektronicznego bazować będą zarówno na ciągle udoskonalanych, obecnie stosowanych urządzeniach rozpoznania elektronicznego oraz na urządzeniach laserowych, co zapewni wykrywanie i rozpoznanie celów z dużo większych odległości i z dużo większą precyzją.

Znaczące zmiany zachodzą też będą w powietrznych systemach rozpoznania. W systemach tych, przenoszonych przez załogowe i bezzałogowe statki powietrzne sił powietrznych, będą stosowane wielofunkcyjne radary, urządzenia rozpoznania elektronicznego i optoelektronicznego. Powietrzne rozpoznanie elektroniczne ukierunkowane będzie na wykrywanie, określanie położenia, określanie charakterystyk oraz zabezpieczenie rażenia ogniowego środków OPL, systemów rozpoznania radarowego i elektronicznego oraz łączności. Powietrzne rozpoznanie optoelektroniczne pozostanie najistotniejszym sposobem zdobywania informacji. Standardem będzie pełne wykorzystanie techniki cyfrowej w kamerach telewizyjnych światła widzialnego oraz w podczerwieni, a także skanerów termalnych i urządzeń laserowych. Dążyć się będzie, aby wskazane wyżej urządzenia rozpoznawcze były zintegrowane w jedno wielowidmowe urządzenie, a informacja przez nie rejestrowana była przesyłana do odbiorców w czasie bieżącym.

Rozwój naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych będzie w perspektywie najbliższych dwudziestu lat uwarunkowany potrzebą przeciwdziałania zmieniającym się zagrożeniom powietrznych. Jak się ocenia, oprócz klasycznych środków napadu powietrznego, takich jak samoloty i śmigłowce o rosnących możliwościach taktyczno-bojowych, pojawiać się będą nowe zagrożenia z powietrza, takie jak: rakiety balistyczne, rakiety skrzydlate, bezzałogowe aparaty latające, czy samoloty cywilne uprowadzone przez terrorystów do wykonania ataku na ważne obiekty na ziemi lub na wodzie.

Przeciwdziałanie temu rozszerzającemu się spektrum zagrożeń to nowe wyzwanie dla obrony powietrznej, a szczególnie dla jej podsystemu rażenia, w skład którego wchodzi: lotnictwo myśliwskie, naziemne systemy obrony przeciwlotniczej oraz środki przeciwdziałania elektronicznego. Naziemne systemy obrony przeciwlotniczej będą się nadal rozwijać w kierunku zwiększania ich zasięgu, skrócenia czasu działania oraz zwiększenia skuteczności zwalczania zarówno samolotów, śmigłowców i środków bezzałogowych, jak i rakiet balistycznych oraz rakiet skrzydlatych. Nie jest możliwe ani celowe budowanie w przyszłości jednego, uniwersalnego naziemnego systemu obrony powietrznej. Nadal niezbędną będzie specjali-

zacja tych systemów w ramach zasięgu oddziaływania, czyli przeciwlotniczych systemów raketowych dalekiego, średniego, małego i bliskiego zasięgu.

Koncepcja wykorzystania naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej sił powietrznych wynika z prognozowanych misji sił zbrojnych. Mogą one być użyte zarówno do obrony terytorium Sojuszu, jak i do udziału w operacjach reagowania kryzysowego lub stricte militarnych poza nim. Szerokie spektrum zastosowań naziemnych systemów obrony przeciwlotniczej, w tym poza obszarem Sojuszu powoduje, iż część z nich powinna spełniać wymagania modułowości oraz mobilności w celu szybkiego przemieszczania w rejon działań, który może być bardzo odległy od miejsc stałego bazowania.

Najważniejszą częścią sił powietrznych jest lotnictwo. W perspektywie 2025 roku lotnictwo sił powietrznych będzie odgrywać bardzo ważną rolę, w przyszłości zostanie bowiem wyposażone w lotnicze sensory rozpoznawcze dostarczające do wspólnej sieci informacyjnej informacje i dane zdobywane z powietrza oraz w lotnicze platformy bojowe przeznaczone głównie do rażenia różnorodnych celów znajdujących się w powietrzu, na ziemi, wodzie lub pod wodą. Zadania lotnictwa sił powietrznych na przyszłym polu walki pozostaną w swej istocie niezmiennie, ewoluować będą natomiast sposoby ich realizacji

Do 2025 roku lotnictwo sił powietrznych w coraz szerszym zakresie będzie wyposażane w bezzałogowe aparaty latające, które przejmą większość zadań rozpoznawczych oraz stopniowo będą używane do zwalczania celów naziemnych i nawodnych a także celów powietrznych. Załogowe lotnictwo sił powietrznych wyposażane będzie w samoloty wielozadaniowe, będące w swej istocie platformami bojowymi przeznaczonymi do wykonywania różnorodnych misji: powietrze-powietrze, powietrze-ziemia (woda), lub do wykonywania zadań rozpoznawczych. Przystosowanie do tych misji następować będzie poprzez podwieszenie odpowiedniego uzbrojenia lub odpowiednich zasobników.

W konstruowaniu nowych załogowych i bezzałogowych statków powietrznych dążyć się będzie do tego, aby utrudnić ich wykrycie i zwalczanie w powietrzu oraz zapewnić wysoką skuteczność wykonania zadań. Zostaną w nich zastosowane najnowsze rozwiązania konstrukcyjne i najnowsze osiągnięcia technologiczne, takie jak technologia stealth, utrudniająca wykrycie celów powietrznych, zmiany w konstrukcjach płatowców i silników umożliwiające osiągnięcie wysokiej manewrowości, a także rozwiązania techniczne zapewniające osiągnięcie bardzo dużych wysokości oraz długotrwałości lotu. Wyposażenie nawigacyjno-celownicze zapewni precyzyjne nawigowanie oraz możliwość wykonywania wszystkich zadań w każdych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

Osiąganie wysokich rezultatów działań przez siły powietrzne będzie możliwe w sytuacji posiadania odpowiedniego do zakresu ich użycia systemu dowodzenia. W związku ze zmniejszaniem się liczebności sił powietrznych zmniejsza się i będzie się zmniejszać liczba dowództw i stanowisk dowodzenia. System dowodzenia siłami powietrznymi zmieniać się będzie w taki sposób, aby był on zdolny do dowodzenia zarówno siłami uczestniczącymi w operacjach na terytorium kraju, soju-

szu czy koalicji, jak i poza nim. Wymusza to zatem konieczność posiadania mobilnych dowództw i stanowisk dowodzenia gotowych do przemieszczenia się w rejon, gdzie prowadzone będą operacje.

W systemie dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie najbliższych dwudziestu lat będą zachodzić zmiany zarówno strukturalne, jak i spowodowane wprowadzaniem nowych rozwiązań technicznych. Zakłada się, że uelastycznienie dowodzenia siłami powietrznymi osiągnie się poprzez różne stopnie centralizacji. Zakładać również należy utrzymanie, a najprawdopodobniej wzrost, bezpośredniego wpływu gremiów politycznych na dowodzenie siłami powietrznymi.

Analiza szerokiego spektrum czynników wpływających na przyszłe struktury dowodzenia siłami powietrznymi pozwala przypuszczać, że w perspektywie 2025 roku nie będzie jednej, uniwersalnej i sformalizowanej struktury dowodzenia siłami powietrznymi. Z badań wynika, że przyszły system dowodzenia siłami powietrznymi powinien stanowić całość ukierunkowaną na osiąganie celów walki i operacji oraz innych działań sił powietrznych. Najpełniej zapewnia to forma wielopostaciowa struktury dowodzenia siłami powietrznymi.

Techniczny rozwój środków dowodzenia systemu dowodzenia siłami powietrznymi będzie przebiegał w perspektywie do 2025 roku w zróżnicowany sposób. W systemie dowodzenia sił powietrznych powszechnie wykorzystywane będą nowe technologie informacyjne, zapewniające osiągnięcie zdolności operacyjnych niezbędnych do skutecznego użycia potencjału sił powietrznych w warunkach perspektywicznego, sieciocentrycznego pola walki. Z kolei wzrost znaczenia operacji o charakterze ekspedycyjnym wymusi rozwój mobilnych oraz przystosowanych do transportu elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi.

Reasumując podkreślić należy, że wyniki badań prezentowane w niniejszej monografii mają użyteczny i uniwersalny charakter. Dążono do osiągnięcia w miarę uniwersalnych odpowiedzi na problemy badawcze, które w dalszej kolejności mogą mieć bardzo konkretne zastosowania, zarówno w odniesieniu do rozwiązań wprowadzanych w Siłach Powietrznych RP, jak i w szerszym, na przykład sojuszniczym ujęciu.

BIBLIOGRAFIA

Opracowania zwarte

1. *A Secure Europe in a Better World. European Security Strategy*, Brussels 2003.
2. *AFDD 1 Air Force Basic Doctrine*, November 2003.
3. *AFTTP(I) 3-2.3:Multi Service Tactics, technics and Procedures for Time Sensitive Targets*, Air Land Sea Application Center, Langley AFB, 2004.
4. *AJP-3.3 Joint Air & Space Operations Doctrine*, NSA, Brussels 2002.
5. *AJP-3.4 Non Article 5 Crisis Response Operations*, NSA, Brussels 2004
6. Alberts D., Garstka J., Stein F., *Network Centric Warfare*, DoD C4ISR Cooperative Research Program, Washington D.C. 2000.
7. *Ballistic Missile Defense. Computation of Number of Patriot PAC-3 Interceptors Needed Is Flawed, Report to Congressional Requesters*, United States General Accounting Office, Washington D.C., March 1996.
8. *Ballistic Missile Defense. Issues Concerning Acquisition of THAAD Prototype System, Report to Congressional Committees*, United States General Accounting Office, Washington D.C., July 1996.
9. Booth K., Hill S., *Optoelektronika*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 2001.
10. Cieślak E., *Perspektywiczne implikacje operacyjne użycia lotnictwa wojskowego na początku XXI wieku*, materiały z konferencji, „Zeszyty Naukowe AON”, nr 3, Warszawa 2005.
11. Czarnecki W., Czumur S., *Przyszłość Sił Zbrojnych RP – miejsce Polski w euroatlantyckich strukturach bezpieczeństwa*, materiały z konferencji naukowej nt. „Polska wizja przyszłego pola walki. Wymagania i potrzeby”, AON, Warszawa 2004.
12. *Defense Acquisition. Decision Nears Medium Extended Air Defense System*, United States General Accounting Office, Washington D.C., June 1998.
13. *Defense Science Board Study on Unmanned Aerial Vehicles and Unhabited Combat Aerial Vehicles*, OUSD(AT&L), Washington D.C., February 2004.
14. Engelmann P., *Introduction to Space Systems of the US Air Force*, wykład przeprowadzony 19 marca 2002 roku w Akademii Dowodzenia Bundeswehry w ramach seminarium nt. „Militarne wykorzystanie przestrzeni kosmicznej”.
15. *FM 3-01.11 Air Defense Artillery Reference Handbook*, Headquarters Department of the Army, Washington D.C., October 2000.
16. *FM 3-01.85, Patriot Battalion and Battery Operations*, US Army, 2006.
17. Ghashghai E., *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, Project Air Force, RAND, Santa Monica 2004.
18. Halama A., Radomski A., *Wojska obrony przeciwlotniczej*, AON, Warszawa 2004.
19. Karpowicz J., Cieślak E., *Istota operacji pokojowych i ich wsparcie przez lotnictwo sił powietrznych*, WSOSP, Dęblin 1999.
20. Karpowicz J., *Lotnictwo w operacjach przywracania pokoju*, WSOSP, Dęblin 2001.
21. Konopka L., *Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości*, „Myśl Wojskowa” 2004, nr 2.
22. Marszałek M. i in., *Podstawy taktyki wojsk obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2004.
23. Marszałek M., Radomski A., *Metodyka pracy zespołów funkcjonalnych na stanowisku dowodzenia brygady raketowej sił powietrznych*, AON, Warszawa 2003.

24. Marud W., Morchal R., *Wykorzystanie termowizji w działaniach bojowych lotnictwa*, AON, Warszawa 2001.
25. Michniak J., *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2005.
26. Miodek S., *Przeciwlotnicze zestawy raketowe nowej generacji*, AON, Warszawa 1996.
27. Morehouse J., *Time Critical Targeting*, Headquarter US Air Force, Langley 2007.
28. Potts D., *The Big Issue: Command and Control in the Information Age*, CCRP, Washington 2003.
29. Pszczolowski T., *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Ossolineum, Wrocław 1978.
30. Schaefer J.J. III, *Centralized Execution in the US Air Force*, CCRTS, Kansas 2006.
31. Sepp E. M., *Deeply Buried Facilities: Implications for Military Operations*, AU, Maxwell AFB 2000.
32. Sienkiewicz P. i in., *Dowodzenie z komputerem*, MON, Warszawa 1984.
33. Sienkiewicz P., Szczepaniak M., Więckowski W., *Dowodzenie z komputerem. Realia i perspektywy*, MON, Warszawa, 1984.
34. Stabryła A., *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, PWE, Warszawa 1991.
35. *Standing Defence Plan SDP 10901 D „Angry Hasp”*, NATO Integrated Extended Air Defence (NATINEAD) in Allied Command Europe (ACE) – Final Draft, Mons, December 2002.
36. Stimson G.W., *Introduction to airborne radars*, 2nd ed., SciTech Publishing, Inc., New Jersey 1998.
37. *Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2003.
38. *Strategia bezpieczeństwa narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2007.
39. *Strategia wojskowa Rzeczypospolitej Polskiej*, MON, Warszawa 2004.
40. *Strategic Vision: The Military Challenge by NATO's Strategic Commanders*, Washington D.C. August 2004.
41. *Surface Launched AMRAAM. Tactical Superiority with High Mobility*, Presentation Kongsberg Raytheon Electronic System, Kongsberg 2001.
42. *The Alliance's Strategic Concept Approved by the Hades of State and Government Participating in the Meeting of the North Atlantic Council*, Washington D.C. 1999.
43. *The US Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicles Strategic Vision*, Secretary of the Air Force, Washington D.C. 2005.
44. *The US Air Force Transformation Flight Plan*, 2004.
45. *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005–2030*, Office of the Secretary of Defense, Washington D.C. 2005.
46. *Use of Force and Rules of Engagement*, The Center For Civil-Military Relations Naval Postgraduate School, CA, Monterey 2007.
47. Wawrzyniak B., *Szkoła zarządzania*, PWE, Warszawa 1967.
48. Webber R.A., *Zasady zarządzania organizacjami*, PWE, Warszawa 1996.
49. *Współczesne i przyszłe zagrożenia bezpieczeństwa a rozwój sił zbrojnych*, materiały pokonferencyjne, „Zeszyty Naukowe AON”, dodatek specjalny, Warszawa 2008.
50. Zabłocki E., *Dowodzenie siłami powietrznymi, cz.1. Podstawowe zagadnienia*, AON, Warszawa 2004.
51. Zajas S., Glen A., Nowak J., *System dowodzenia siłami powietrznymi. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2007.
52. Zajas S., Karpowicz J., Cieślak E., *Lotnictwo sił powietrznych. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2006.
53. Zajas S., Karpowicz J., Groszek Z., *Studium przyszłości sił powietrznych. System rozpoznania i walki elektronicznej 2025*, AON, Warszawa 2004.
54. Zajas S., Karpowicz J., Szpyra R., *Uwarunkowania rozwoju sił powietrznych 2025*, AON, Warszawa 2004.

55. Zajas S., Makowski P., Marszałek M., *Naziemne systemy obrony powietrznej. Prognoza rozwoju do 2025 roku*, AON, Warszawa 2005.
56. Zdrodowski B. i in., *Słownik pojęć sojuszniczej obrony powietrznej*, AON, Warszawa 2003.

Artykuły

1. „Aviation Week & Space Technology” 2003, nr 2.
2. „Jane's International Defense Review” 1997, nr 2.
3. „Defender on National Defense Technologies” 2003, nr 1.
4. Afinow W., *Takticzeskaja i operatiwnaja biezpitotnaja razwiedywatelnaja awiacja waaruzonnych sił USA*, „Zarubiežnoje wojennoje oborenije” 1997, nr 6.
5. Bartoszcze J., Kowalski Z., *Konflikty ograniczone*, „Myśl Wojskowa” 2005, nr 2.
6. Braybrook R., *Land – based Vshorad and Shorad Systems*, „Armada International” 2002, nr 2.
7. Butowski P., *Rosyjski myśliwiec nowego pokolenia – prognoza*, „Nowa Technika Wojskowa” 2001, nr 3.
8. Chrzanowski K., *Wojskowy sprzęt optoelektroniczny*, „Przegląd WLiOP” 2001, nr 10.
9. Domisiewicz R., *Eurowywiad na horyzoncie*, „Polska Zbrojna” 2004, nr 10.
10. Holdanowicz G., *NATO AGS A.D. 2004 = TIPS*, „Raport” 2004, nr 5.
11. Hypki T., *Informacja bez ryzyka*, „Skrzydłata Polska” 1996, nr 2.
12. Kagan M., *Unmanned Aerial Vehicle Relays Pictures to Airborne Radar*, „Signal” 1999, nr 5.
13. Konopka L., *Walka sieciocentryczna sposobem działania sił zbrojnych w przyszłości*, „Myśl Wojskowa” 2004, nr 2.
14. Kozub M., *Użycie lotnictwa sił powietrznych w rozwiązywaniu problemów bezpieczeństwa na początku XXI wieku*, cz. II, „Myśl Wojskowa” 2004, nr 5.
15. Nesbitt K., *Deployable Operations Capability. The NATO Air Command and Control System*, „JAPCC Journal” 2005, ed. 2.
16. Nowacki G., *Kosmiczne systemy wsparcia informacyjnego Stanów Zjednoczonych i Federacji Rosyjskiej*, „Przegląd WLiOP” 2003, nr 12.
17. Perryman G.F., *Shortening the decision cycle*, „Intelligence & Reconnaissance Journal”, March/April 2003.
18. Szpakowicz R., *Wojna w Iraku a koncepcja wojny sieciocentrycznej*, „WLiOP”, nr 11, Poznań 2003.
19. *The all – seeing all above*, „Jane's International Defense Review” 2002.
20. Tirpak J., *The Space Based Radar Plan*, „Air Force Magazine”, August 2002.
21. Witczak A., *Wielofunkcyjne radary pokładowe*, „Lotnictwo” 1993, nr 21.
22. Załęski K., Kołasiński D., *Światowe tendencje w rozpoznaniu – platforma rozpoznawcza MC2A*, „Przegląd WLiOP” 2003, nr 8.

Opracowania dostępne ze stron internetowych

1. ADATS, dostępne z: <http://www.republika.pl/zestawy/adats/adats.htm>
2. Duck E., *Future Missions for Unmanned Aerial Vehicles: Exploring Outside the Box*, „Aerospac Power Journal”, Summer 2002, dostępne z: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/phisum02.html>
3. *Early Warning and Control System*, Alenia Marconi Systems Limited 2002, dostępne z: <http://www.amsjv.com>
4. *Global Engagement – A Vision for the 21st Century Air Force*, dostępne z: <http://www.ldtic.mil/jointvision>

5. *Making Cloudy Days No Problem For Laser Communications*, 2006, dostępne z: <http://www.spacemart.com/reports/MakingCloudyDaysNoProblemForLaser.htm>
6. *MASTER – A Multi-Function 3D Radar*, dostępne z: <http://www.thalesraytheon.com>
7. *Patriot Advanced Capability-3 (PAC-3) System Conducts Successful Development/Operational Test*, dostępne z: <http://www.acq.osd.mil/mda>
8. *Patriot Missile Defense System*, dostępne z: <http://www.army.technology.com/Project/patriot>
9. *Relocatable Over-the-Horizon Radar (ROTHR) for Homeland Security*, Raytheon Company 2004, dostępne z: <http://www.raytheon.com>
10. *Reset of the World Missiles*, dostępne z: <http://www.fas.org>
11. *UAV Systems: Global Perspective*, Yearbook 2006/2007, dostępne z: <http://www.uvs-international.org/pages/UAV%20INFO%20-%20Yearbook%202006.html>

Strony internetowe

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Initiative_%28disambiguation%29
2. http://en.wikipedia.org/wiki/Span_of_control
3. <http://www.af.mil>
4. <http://www.caoc3.com>
5. <http://www.combataircraft.com/special.asp>
6. <http://www.fas.org>
7. <http://www.fas.org/irp/program/collec.htm>
8. <http://www.fas.org/irp/program/collect/outrider.htm>
9. <http://www.globalsecurity.org/military/world/europe/a321-ags.htm>
10. <http://www.globalsecurity.org>
11. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/systems/chaps.htm>
12. <http://www.nato.int/docu/pr/2002/p02-127e.htm>
13. http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja
14. http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Sztuczna_inteligencja
15. http://www.radmor.com.pl/index.php?m_id=191&lang=pl
16. <http://www.thalesraytheon.com/business-and-products/products/radars/multi-missions-radars/master-a.html>
17. <http://www.usaf.mil>



ISBN 978-83-7523-063-5



WYDAWNICTWO
AON