

AIR FORCE COMMAND AND CONTROL TECHNICAL MEANS. CHOSEN PROBLEMS

TECHNICZNE ŚRODKI DOWODZENIA SIŁAMI POWIETRZNYMI. WYBRANE PROBLEMY

Ryszard Bartnik, Jacek Nowak

Akademia Obrony Narodowej
r.bartnik@aon.edu.pl j.nowak@aon.edu.pl

Abstract: Contemporary command and control system supports commanders in their decision making process and allows passing on tasks and orders. Technical means tend to play a pivotal role in the system. They mainly face considerable challenge of network centric concept of warfare that imposes increasing demands in the fields of reconnaissance, communications, data processing and display as well as personnel deployment and transport. Exploiting high technology in the activities mentioned above will undoubtedly ensure operational capabilities for effective employing air force in the future battlespace.

Keywords: C2 system, C2 technical means, means of reconnaissance, means of communications, means of data processing and display.

Streszczenie: Współczesny system dowodzenia wspomaga dowódców w procesie podejmowania decyzji oraz umożliwia przekazywanie zadań do wykonawców. Istotną rolę w tym systemie odgrywają techniczne środki dowodzenia. Poważne wyzwanie dla technicznych środków dowodzenia wynikają głównie z koncepcji walki sieciocentrycznej, która zwiększa ich wymagalność w zakresie rozpoznania, łączności, przetwarzania i zobrazowania informacji oraz rozmieszczenia stanu osobowego i transportu. Zastosowanie nowoczesnych technologii w rzeczonych środkach niewątpliwie zapewni osiągnięcie zdolności operacyjnych niezbędnych do skutecznego użycia sił powietrznych w warunkach perspektywicznego pola walki.

Słowa kluczowe: system dowodzenia, techniczne środki dowodzenia, środki rozpoznania, środki łączności, środki przetwarzania i zobrazowania informacji.

1. Wprowadzenie

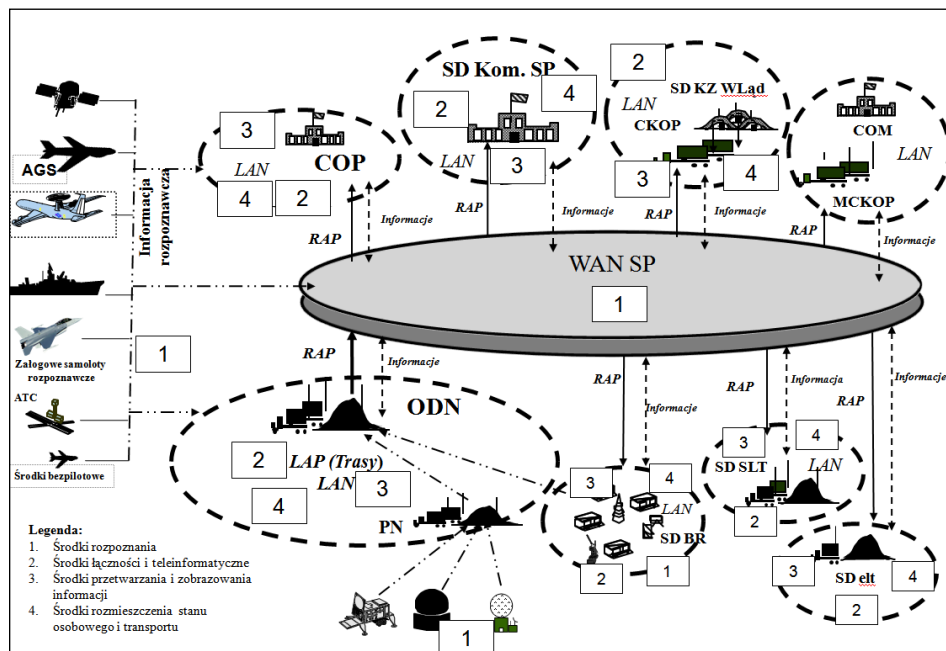
Podstawą dowodzenia siłami powietrznymi jest posiadanie wiarygodnej, terminowej i aktualnej informacji dotyczącej zarówno przeciwnika (jego potencjalnych i rzeczywistych możliwości) jak również warunków prowadzenia działań, a także potencjału wojsk własnych. Współczesne systemy dowodzenia umożliwiają szybkie pozyskiwanie i gromadzenie informacji oraz jej analizowanie i przetwarzanie. Wspomagają dowódców w procesie podejmowania decyzji, ponadto umożliwiają przekazanie zadań wykonawcom. Coraz szersze zaangażowanie sił zbrojnych państw NATO w operacje poza ich terytorium, wymusza zwiększenie stopnia interoperacyjności w obszarze dowodzenia siłami zbrojnymi, w tym siłami powietrznymi.

Poważne wyzwania dla dowodzenia siłami powietrznymi wynikają z koncepcji walki sieciocentrycznej. Koncepcja ta przewiduje wzrost zdolności operacyjnych liczebnie mniejszych sił, wynikający z przewagi informacyjnej i wspólnej świadomości sytuacyjnej wszystkich uczestników działań. Użycie wojsk w warunkach sieciocentrycznego pola walki wymagać będzie skutecznej realizacji procesu dowodzenia. Warunkować to będzie m.in. dostępność zaawansowanych technologicznie środków. Środki te, są *urządzeniami technicznymi mającymi sprawnie i w sposób ciągły zapewnić przepływ informacji niezbędnych do dowodzenia podległymi siłami*¹. Zasilają one system dowodzenia siłami powietrznymi informacjami, które otrzymują, przenoszą, przetwarzają, gromadzą i przedstawiają. W literaturze można spotkać podział tych środków na pięć podstawowych grup, są to: środki rozpoznania, środki łączności, środki przetwarzania informacji, środki zobrazowania informacji, środki rozmieszczenia stanu osobowego i transportu².

Pomimo, że dotychczasowa systematyzacja wiedzy z obszaru systemów dowodzenia sił zbrojnych skutkowałą licznymi opracowaniami, Autorzy uznali za stosowne podzielenie się określonymi przemyśleniami, będącymi jednocześnie próbą udzielenia odpowiedzi na pytanie: jakie są kierunki rozwoju technicznych środków dowodzenia siłami powietrznymi. Rozważania skoncentrowano zarówno na technicznych jak i operacyjnych aspektach ich rozwoju. Artykuł został podzielony na części odzwierciedlające podział technicznych środków dowodzenia na środki rozpoznania, łączności, przetwarzania i zobrazowania informacji oraz środki rozmieszczenia stanu osobowego i transportu (rysunek 1).

¹ J. Michniak, *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2005, s. 179.

² Sienkiewicz P., Szczepaniak M., Więckowski W., *Dowodzenie z komputerem. Realia i perspektywy*, MON, Warszawa, 1984.



Rys. 1 Rozmieszczenie środków technicznych w systemie dowodzenia siłami powietrznymi
Źródło: Opracowanie własne.

2. Kierunki rozwoju środków rozpoznania systemu dowodzenia siłami powietrznymi

W środowisku ekspertów istnieje zgodność, że dowodzenie siłami powietrznymi zależy od możliwości zdobycia wiarygodnej i terminowej informacji o przeciwniku i o warunkach działań. Jest to szczególnie istotne w aspekcie prowadzenia działań sieciocentrycznych. Można postawić tezę, iż środki rozpoznania będą rozwijały się w kierunku zwiększenia możliwości prowadzenia rozpoznania z przestrzeni kosmicznej i powietrznej, miniaturyzacji i stosowania środków bezzałogowych, a wręcz robotów mających cechy sztucznej inteligencji. Istotnym aspektem pozyskiwania informacji rozpoznawczej na potrzeby dowodzenia siłami powietrznymi będzie multispektralność jej zdobywania. Informacja powinna się charakteryzować wysoką wiarygodnością i dostępnością niemal w czasie rzeczywistym, dla rozproszonych geograficznie organów dowodzenia siłami powietrznymi. Ważnym elementem w zasilaniu informacyjnym systemu dowodzenia siłami powietrznymi, pozostaną w perspektywie najbliższych 20 lat naziemne systemy radiolokacyjne. Będą one dla sił powietrznych w dalszym ciągu ważnym źródłem pozyskiwania informacji o bieżącej sytuacji powietrznej.

Satelitarne systemy rozpoznania

W dowodzeniu siłami powietrznymi można przewidywać dalszy wzrost wykorzystania satelitarnych systemów rozpoznania. Ze względu na ich żywotność, zawierającą się średnio w przedziale od pięciu do dziesięciu lat, należy sądzić, że w procesie informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi, będzie wykorzystywane co najmniej dwie lub trzy generacje sprzętu, o rosnących możliwościach operacyjnych. Wzrastać będzie dostępność środków rozpoznania satelitarnego dla dowództw sił powietrznych państw NATO średniej wielkości. Państwa te podejmują intensywne prace nad stworzeniem narodowych i wielonarodowych konstelacji satelitarnych na potrzeby wojskowe i cywilne.

Nowym trendem w rozpoznaniu satelitarnym, staje się rozpoznanie radiolokacyjne o dużej rozdzielczości. Ma ono zapewniać organom dowodzenia siłami powietrznymi dostęp do informacji rozpoznawczej przez całą dobę, niezależnie od warunków atmosferycznych. W zakresie rozwoju środków rozpoznania satelitarnego dojdzie prawdopodobnie do połączenia systemów nowej generacji w jeden system europejski. Mają z niego korzystać różni użytkownicy: siły zbrojne, policja oraz cywilne centra zarządzania kryzysowego.

Nowe generacje rozpoznawczych systemów satelitarnych będą stopniowo zastępować dotychczas wykorzystywane (np. *HELIOS 1A*, *HELIOS 1B*). W latach 2003-2006 Francja zainicjowała program budowy i rozmieszczenia dwóch satelitów optycznych *HELIOS 2* z ulepszoną zdolnością rozdzielczą. Państwo to również rozwija współpracę z Włochami w ramach programu *ORFEO*. Program ten zakłada wykorzystanie francuskich satelitów rozpoznania optoelektronicznego *Pleiades*, natomiast komponent satelitarnego rozpoznania radiolokacyjnego będzie tworzony przez włoskie systemy *COMO-SkyMED*.

W programie *COSMO-SkyMed* obok Włochów współuczestniczą Francja i Argentyna. Gotowość operacyjna systemu satelitarnego *ORFEO* przewidywana jest na koniec 2011 r. Niemcy rozpoczęły w grudniu 2006 r. tworzenie konstelacji satelitarnej rozpoznania radiolokacyjnego *SAR-Lupe* i umieściły dotychczas na orbicie trzy, z pięciu planowanych satelitów, co przesunęło na kilka lat gotowość operacyjną systemu przewidywaną początkowo na 2008 r.

Z informacji zawartych w dostępnych, jawnych materiałach źródłowych można wnioskować, że w zakresie rozpoznania radiolokacyjnego, dla systemów klasy *SAR Lupe*, możliwe będzie uzyskiwanie zobrazowania w paśmie X, o rozdzielczości mniejszej niż metr dla obszarów rozpoznania o wymiarach 60x80 km, a w przypadku rozpoznania punktowego nawet poniżej 0,5 m dla obszaru o powierzchni około 5,5 km². Wzrastać będzie również szybkość dostępu do danych rozpoznawczych. W niemieckim programie rozpoznania satelitarnego zakłada się możliwość wykonywania do trzydziestu zobrazowań radiolokacyjnych na dobę. Czas dostarczenie zobrazowań do odbiorcy ma wynosić mniej niż 36 godz. od momentu postawienia zadań. Przytoczony przedział czasowy będzie prawdopodobnie znacznie mniejszy. Jest on oceniany obecnie na około 10 do 12 godz. Należy brać pod uwagę pojawienie się w najbliższych latach nowych

możliwości komercyjnych systemów satelitarnych, w dostarczaniu na potrzeby systemów dowodzenia siłami powietrznymi zobrazowania radiolokacyjnego w paśmie C o rozdzielczości poniżej 3 m.

Oprócz systemów 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 w tych systemach dochodzi do 1 m. Mogą one również wykrywać obiekty w ruchu (samoloty, samochody), podziemne bunkry i łodzie podwodne w zanurzeniu peryskopowym.

Po skreśleniu przez Kongres amerykański w 2000 r. programu *Discoverer II* siły powietrzne przystąpiły do nowego programu pod nazwą *Space Based Radar (SBR)*, który w 2005 r. przekształcono w program *Space Radar (SR)*. Początkowo zakładano, że system *SBR*, bazujący na doświadczeniach zebranych podczas realizacji programu *Discoverer II*, będzie składać się z około 20-25 małych satelitów wyposażonych w radar z syntetyczną aperturą³ (*Synthetic Aperture Radar – SAR*), zdolnych do skrócenia czasu obiegu informacji w systemie dowodzenia siłami powietrznymi od sensora do platformy uderzeniowej nawet do poniżej 15 min. Ze względu na wysokość kosztów zrezygnowano z takiego rozwiązania. Obecnie preferowane jest stworzenie konstelacji dziewięciu satelitów rozpoznania radiolokacyjnego, w ramach programu *SR* i uzupełnienie ich strefy prowadzenia rozpoznania, poprzez użycie sensorów montowanych na załogowych i bezzałogowych statkach powietrznych. Satelity systemu *SR* umożliwią będą dostarczanie informacji nie tylko szczeblom politycznym, dowództwom komponentów sił połączonych, centrum operacji powietrznych, ale także wykonawcom na szczeblach taktycznych, w tym załogom samolotów bojowych, wozów bojowych oraz okrętów. Ma to szczególne znaczenie w prowadzeniu walki sieciocentrycznej. System *SR* ma zapewnić wykrycie, śledzenie a także identyfikację stałych i mobilnych obiektów potencjalnego przeciwnika, niezależnie od pory doby i warunków atmosferycznych rozmieszczonych na całej kuli ziemskiej z dokładnością do jednego metra. System *SR* będzie prowadził również rozpoznanie ukształtowania powierzchni ziemi.

Obecnie prowadzone prace nad satelitarnymi systemami rozpoznania będą zmierzały do wyeliminowania wpływu zakłóceń atmosferycznych na zdolność rozpoznawania obiektów i obszarów ziemi. Rozwiązaniem tego problemu w najbliższej przyszłości będą z pewnością kolejne generacje satelitów rozpoznania radiolokacyjnego wyposażone w stacje radiolokacyjne o syntetycznej aperturze z funkcją wykrywania obiektów ruchomych (*Ground Moving Target Indicator – GMTI*). Prawdopodobnie żywotność tych urządzeń znacznie wzrośnie, dzięki zastosowaniu nowych materiałów konstrukcyjnych, nowych paliw do

³ Radar służący do uzyskiwania obrazów nieruchomych obiektów o wysokiej rozdzielczości. Radar taki jest wykorzystywany do tworzenia obrazów powierzchni ziemi z zastosowaniem technik teledetekcji. Przepis własny.

silników manewrowych poszczególnych satelitów i zastosowaniu wyrafinowanych urządzeń obronnych.

Lotnicze sensory rozpoznawcze

Można założyć, że w najbliższych kilkunastu latach załogowe i bezzałogowe statki powietrzne będą przenosić trzy grupy sensorów: rozpoznania optoelektronicznego, rozpoznania radiolokacyjnego i rozpoznania elektronicznego.

Dzięki postępującej miniaturyzacji technicznych środków rozpoznania w odniesieniu do technologii rozpoznania optoelektronicznego nie będą prawdopodobnie rozwijane oddzielnie dla lotnictwa załogowego i bezzałogowego sił powietrznych. Ze względu na pasywność technik detekcji oraz dokładność zdobywanej informacji rozpoznawczej zapewnianej przez optoelektroniczne urządzenia rozpoznawcze, pozostaną one w perspektywie najbliższych 20 lat istotnym elementem wyposażenia statków powietrznych. Należy przewidywać coraz szersze stosowanie w pokładowych systemach rozpoznania statków powietrznych, rozwiązań komercyjnych przy jednoczesnym rozwijaniu wyspecjalizowanych systemów wojskowych. Coraz szerzej będą stosowane w lotnictwie sił powietrznych radiolokacyjne urządzenia rozpoznawcze, wykorzystujące technologię SAR obrazu o rozdzielczości rzędu 30 cm. Dzięki temu statki powietrzne wykonujące lot na dużych wysokościach, będą mogły prowadzić rozpoznanie wielkoobszarowe uzupełniające w stosunku do systemów satelitarnych.

Uwzględniając tempo rozwoju technologii radiolokacyjnej należy przewidywać, że w perspektywie najbliższych lat normą będzie zdolność pokładowych radiolokatorów załogowych i bezzałogowych statków powietrznych do wykrywania obiektów ruchomych (*GMTI*). Należy przewidywać również, iż w najbliższych latach upowszechniać się będzie automatyczna korelacja danych zdobywanych przez pokładowe optoelektroniczne i radiolokacyjne systemy rozpoznania statków powietrznych w jedno spójne zobrazowanie sytuacji. Zwiększy to odporność środków rozpoznania powietrznego na celowe mylenie, maskowanie czy stosowanie kamuflażu. Rozwój tych środków będzie ukierunkowany na zwiększanie rozdzielczości zdobywanych danych rozpoznawczych, oraz poprawę odporności na zakłócenia, przy jednoczesnym zmniejszaniu wielkości i obniżaniu masy. Potencjalne możliwości perspektywicznych radiolokacyjnych systemów rozpoznania mogą ilustrować dane taktyczno-techniczne takich urządzeń, jak amerykański radar *LYNX* o rozdzielczości 10 cm i funkcjach *SAR/GMTI* o masie około 27 kg oraz ważący 4,5 kg radiolokator *MISAR* opracowany przez *European Aeronautics Defence and Space Company (EADS)*, dla niemieckich bezzałogowych statków powietrznych *LUNA*⁴.

⁴ *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030*, Office of the Secretary of Defense, Washington D.C., May 2005, Appendix B Sensors, s. B-2.

Do najbardziej zaawansowanych technologicznie należy obecnie zaliczyć multispektralne i hiperspektralne rozpoznanie obrazowe (*Multispectral/Hyperspectral Imagery – MSI/HSI*), a także rozpoznanie radiolokacyjne w paśmie UHF/VHF do wykrywania obiektów rozmieszczonych pod koronami drzew *Foliage Penetration (FOPEN)*.

Dzięki prowadzeniu jednocześnie rozpoznania w kilkudziesięciu (w przypadku urządzeń multispektralnych), lub kilkuset częstotliwościach (w urządzeniach hiperspektralnych) pasma światła widzialnego i podczerwieni będzie możliwe osiągnięcie większej niż dotychczas wiarygodności zdobywanej informacji i jej dokładności. Prowadzone obecnie wstępne prace badawczo-rozwojowe nad wykorzystaniem multispektralnych i hiperspektralnych urządzeń rozpoznawczych w działaniach Sił Powietrznych USA, w ramach programu badawczego *TALON RADIANCE* potwierdziły m.in. możliwości wykrywania czołgów maskowanych pod koronami drzew. Prototypowe hiperspektralne techniczne środki rozpoznania *Spectral Infrared Remote Imaging Transition Tested (SPIRITT)* mają być wykorzystywane na bezzałogowych statkach powietrznych *Global Hawk* i *MQ-9 Predator*.

Jakościowe zmiany w możliwościach prowadzenia rozpoznania powietrznego przez lotnictwo, może przynieść doskonalenie technologii syntetycznej apertury w rozpoznaniu radiolokacyjnym. Ze względu na wzrost wymagań, co do dokładności informacji rozpoznawczej, przewiduje się, że pokładowe stacje radiolokacyjne statków powietrznych wykorzystywanych do zasilania informacyjnego systemu dowodzenia siłami powietrznymi, będą w stanie dostarczać dokładniejszych niż obecnie informacji, o zmianie położenia obiektów na polu walki. Będzie się to odbywać z większą częstością i jakością informacji zbliżoną do obserwacji w czasie niemal rzeczywistym prowadzonej przez urządzenia optoelektroniczne.

Po uwzględnieniu dostępnych jawnych informacji o kierunkach doskonalenia technologii syntetycznej apertury, można przewidywać, że w ciągu kilku najbliższych lat rozszerzeniu ulegać będzie stosowanie elektronicznego sterowania wiązką radiolokacyjną. Zwiększy to zakres prowadzonego przez pokładowe radiolokatory rozpoznania. W Stanach Zjednoczonych przewiduje się m.in. rozwijanie dla radiolokatorów pokładowych statków powietrznych anten z aktywnym sterowaniem elektronicznym wiązką (*active electronically steered antenna*). Dzięki temu ta sama pokładowa stacja radiolokacyjna będzie mogła prowadzić nie tylko rozpoznanie pola walki, ale może być wykorzystana również do obserwacji przestrzeni powietrznej i wykrywania środków napadu powietrznego przeciwnika, pełniąc rolę swoistego mini-AWACSa.

Nie można wykluczyć powszechnego stosowania przez wyspecjalizowane rozpoznawcze statki powietrzne, technicznych środków rozpoznania radiolokacyjnego opartych o techniki detekcji w paśmie UHF/VHF. Już obecnie dwuzakresowy radar tego rodzaju jest stosowany w samolocie *RC-12*, a w perspektywie najbliższych lat ma być zamontowany w bezzałogowym statku

powietrznym *Global Hawk*. W Stanach Zjednoczonych prowadzone są intensywne prace w zakresie doskonalenia technologii radaru dwuzakresowego umożliwiające prowadzenie przez lotnictwo rozpoznania obiektów w obszarach zurbanizowanych. Istotną cechą rozwijanych obecnie technologii radiolokacyjnego rozpoznania dwuzakresowego, będzie zdolność przesyłania danych rozpoznawczych przez statki powietrzne prowadzące rozpoznanie bezpośrednio do organów dowodzenia lotnictwem oraz statkami powietrznymi w wersji uderzeniowej. W wyraźny sposób zwiększy to skuteczność dowodzenia lotnictwem podczas realizacji zadań bezpośredniego wsparcia lotniczego.

W zasilaniu informacyjnym systemu dowodzenia siłami powietrznymi mogą być przydatne lidarowe techniki detekcji. Systemy lidarowe stosowane w rozpoznawczych i uderzeniowych statkach powietrznych mogą być, w perspektywie najbliższych 15-20 lat, wykorzystane do rozpoznawania obłoków aerozoli chemicznych środków trujących lub substancji biologicznych⁵. Ma to pozwolić w połączeniu z rozpoznaniem hiperspektralnym na szybkie wykrywanie symptomów użycia broni chemicznej lub biologicznej, a co za tym idzie odpowiednio szybkie alarmowanie wojsk i ludności cywilnej.

Obecnie w państwach będących członkami NATO trwają prace nad sojuszniczym system obserwacji z powietrza sytuacji na lądzie i morzu (*Alliance Ground Surveillance – AGS*), który ma wykorzystywać bezzałogowe statki powietrzne *Global Hawk*. Gotowość operacyjna systemu *AGS* była planowana na rok 2013, ale prawdopodobnie z przyczyn finansowych termin ten będzie trudno dotrzymać. Nie można jednak zapominać, że poszczególne kraje członkowskie również pracują nad swoimi krajowymi projektami systemów rozpoznania z powietrza, które w efekcie wejdą w strukturę *AGS*.

Postęp w technice, z jakim mamy obecnie do czynienia, umożliwi konstruktorom miniaturyzując środków rozpoznania. Widoczny jest wyraźny kierunek działania konstruktorów zmierzający do opracowania zupełnie nowych, miniaturowych robotów rozpoznawczych. Przykładem takich działań jest funkcjonowanie korporacji *EADS*, która rozwija technologie znajdujące zastosowanie przy tworzeniu koncepcji europejskiego odpowiednika *Future Combat Systems*.

Naziemne środki rozpoznania przestrzeni powietrznej

Analiza treści publikacji zawartych w periodykach fachowych wskazuje, że techniczne środki rozpoznania przestrzeni powietrznej zabezpieczające funkcjonowanie organów dowodzenia siłami powietrznymi w zakresie realizacji zadań obrony powietrznej i sprawowania funkcji zarządzających w kontroli przestrzeni powietrznej nadal będą w przeważającej mierze wykorzystywać techniki detekcji w paśmie promieniowania radiolokacyjnego. Jednocześnie należy przewidywać stopniowe rozszerzenie rodzajów wykorzystywanych stacji radiolokacyjnych, zakresów częstotliwości oraz sposobów obróbki sygnału.

⁵ Tamże.

Obserwując kierunki rozwoju naziemnych urządzeń rozpoznania radiolokacyjnego przestrzeni powietrznej można przewidywać, że w perspektywie najbliższych kilku lat standardem będą trójwspółrzędne stacje radiolokacyjne. Dominującym rozwiązaniem technicznym pozostaną prawdopodobnie w perspektywie kilkunastu najbliższych lat systemy z antenami ścianowymi z możliwością aktywnego modyfikowania promieniowanej wiązki.

Nie można wykluczyć szerszego, niż ma to miejsce dotychczas, stosowania stacji radiolokacyjnych pracujących w dwóch zakresach częstotliwości (centymetrowych i metrowych lub centymetrowych i milimetrowych). Umożliwi to wykrywanie i śledzenie obiektów powietrznych o niskiej skutecznej powierzchni odbicia, w tym wykonanych w technologii *stealth*⁶.

Zakresy częstotliwości wykorzystywane w obserwacji przestrzeni powietrznej obok dotychczas wykorzystywanego pasma centymetrowego, mogą ponownie rozszerzyć się o rozpoznanie w paśmie metrowym, głównie ze względu na wykrywanie obiektów klasy *stealth*. Z kolei wykorzystanie w zasilaniu informacyjnym organów dowodzenia siłami powietrznymi stacji radiolokacyjnych, pracujących w paśmie zakresu milimetrowego, pomimo ich relatywnie niewielkiego zasięgu rzędu 12-15 km, będzie umożliwiać dokonanie identyfikacji klasy wykrytego obiektu powietrznego z dokładnością wystarczającą do określenia jego typu.

W rozwoju naziemnych radiolokacyjnych środków rozpoznania przestrzeni powietrznej należy przewidywać szerokie stosowanie rozwiązań konstrukcyjnych zwiększających żywotność stacji radiolokacyjnych na perspektywnym sieciocentrycznym polu walki (*Network Centric Warfare – NCW*). Należy oczekiwać szerokiego stosowania zaawansowanych technologicznie rozwiązań, związanych z systemami radiolokacyjnymi budowanymi w konfiguracji biostatycznej i multistatycznej oraz szersze niż do tej pory stosowanie radarów pasywnych.

Już obecnie, bardzo wyraźny jest nowy trend w rozwoju nowej generacji stacji radiolokacyjnych, a mianowicie dążenie do pełnego ograniczenia promieniowania anteny stacji. Zakłada się, że przyszłe systemy radiolokacyjne, pracując w sposób bierny będą wychwytywały zakłócenia w promieniowaniu tła, spowodowane lotem obiektów powietrznych. W radiolokacji XXI w., zaczyna się bardziej liczyć nie moc emitowanej wiązki, lecz czułość zastosowanych urządzeń odbiorczych. Obecnie już są dostępne technologie zawierające swoiste biblioteki, zawierające charakterystyki promieniowania większości typów samolotów, które umożliwiają precyzyjną identyfikację typu wykrytego statku powietrznego. Prawdopodobnie nowe systemy radiolokacyjne będą tworzyły obraz przestrzeni powietrznej na podstawie powyżej przytoczonego spektrum promieniowania. Na

⁶ Ch. Bolkom, *Military Suppression of Enemy Air Defenses (SEAD): Assessing Future Needs, CRS Report for Congress, RS 21141, Washington D.C., May 11, 2005, s. CRS-3 do 5.*

dodatek, ma to być sprzęt mobilny, łatwy do przetrzutu drogą powietrzną, lądową czy morską.

Podsumowując, można postawić tezę, iż systemy radiolokacyjne wykorzystywane do zasilania informacyjnego systemu dowodzenia siłami powietrznymi będą się rozwijały w kierunku znacznego ograniczenia promieniowania (tzw. radary pasywne, ciche)⁷. Obecnie testowane są dwa rodzaje radarów pasywnych: funkcjonujący w oparciu o sygnały telefonii komórkowej (*CELLDAR*) oraz oparty na wykorzystaniu transmisji radiowych pasma FM (w tym telewizyjnych). Pierwsze próby demonstratora technologii *CELLDAR* przeprowadzono w 2001 r. Rok później do zespołu badawczego *Rake Manor Research* firmy *SIEMENS* dołączyła firma *DAE Systems* w celu rozwoju nowej technologii. Dotychczasowe próby potwierdziły możliwości wykrywania dużych statków powietrznych na odległościach kilkuset kilometrów. Ze względu na multistatyczną architekturę systemu, *CELLDAR* może być wykorzystywany do wykrywania nisko lecących obiektów o niskiej skuteczności powierzchni odbicia. Technologią *CELLDAR* zainteresowane są państwa NATO jako możliwym rozwiązaniem w zakresie wykrywania rakiet skrzydlatych i bezzałogowych statków powietrznych, oraz innych obiektów klasy *stealth*.

Uzupełnieniem technicznych środków radiolokacyjnego rozpoznania przestrzeni powietrznej mogą stać się środki rozpoznania elektronicznego, głównie ze względu na pełną pasywność detekcji, jak również duży zasięg wykrywania źródeł energii elektromagnetycznej. Systemy takie będą mogły wykrywać źródła emisji elektromagnetycznych w zasięgu horyzontu radiowego, określać ich położenie i rodzaj nośnika. Nowoczesne techniczne środki rozpoznania elektronicznego, wykorzystywać będą wszelkiego rodzaju emisje jako źródło informacji o obiektach powietrznych, takie jak: transponderów radarów obserwacji wtórnej (*Secondary Surveillance Radar – SSR*), systemów identyfikacji „swój-obcy” (*Friend or Foe – IFF*), pokładowych stacji radiolokacyjnych statków powietrznych, pokładowych stacji meteorologicznych, transponderów *TACAN*, a także sygnały łączności cyfrowej, oraz sygnały zakłóceń impulsowych. Przykładem możliwości takich systemów może być czeski zestaw *VERA* składający się z urządzeń obróbki sygnału i dwóch – trzech odbiorników rozmieszczonych w odległości 15 do 40 km od siebie. Zestaw ma nominalny zasięg rozpoznania 450 km. System ten może śledzić w trybie automatycznym do 200 źródeł emisji elektromagnetycznej jednocześnie. Podobne możliwości ma system *KOLCZUGA* o nominalnym zasięgu rozpoznania do 600 km. System ten może być wykorzystywany do zabezpieczenia informacji wczesnego ostrzegania na potrzeby systemu obrony powietrznej. System sprzedano Rosji, która dokonała jego rozwoju i integracji z przeciwlotniczym zestawem raketowym S-400.

Oceniając korzyści, jakie będą płynąć z wykorzystania środków rozpoznania elektronicznego należy przewidywać, że w perspektywie kilkunastu najbliższych

⁷ Radary pracujące na fali ciągłej z liniową modulacją częstotliwości; cechujące się małą mocą promieniowania. Przepis własny.

lat będzie możliwe, w oparciu o rozpoznania elektroniczne, uzyskanie wystarczająco dokładnych informacji tak, aby móc unikać zaskoczenia ze strony środków napadu powietrznego i raketowego przeciwnika.

Ze względu na pasywność technik detekcji należy przewidywać szersze niż dotychczas wykorzystanie w odwodzeniu siłami powietrznymi informacji uzyskiwanych z naziemnych środków ogniowych obrony powietrznej, wyposażonych w optoelektroniczne systemy obserwacji przestrzeni powietrznej. Obok kamer telewizyjnych światła szczątkowego (*Low Level Light TV – LLLTV*), systemów termalnych i noktowizyjnych środki ogniowe obrony powietrznej wyposażane będą coraz częściej w zintegrowane systemy obserwacyjno-celownicze. W systemach tych obraz termiczny i noktowizyjny są korelowane w jedno wspólne zobrazowanie cyfrowe o lepszej jakości niż uzyskiwane z poszczególnych sensorów⁸. W systemy nocnego widzenia wyposażone będą również posterunki obserwacji wzrokowej systemu obrony powietrznej, wykorzystywane przede wszystkim do wykrywania nisko lecących statków powietrznych o niedużej prędkości.

Reasumując, rozwój techniczny środków podsystemu rozpoznania przestrzeni powietrznej wykorzystywanych do informacyjnego zasilania systemu dowodzenia siłami powietrznymi, będzie prowadzić do zwiększenia stopnia stosowania pasywnych technik detekcji, w wykrywaniu obiektów powietrznych. Przekładać się to będzie na wzrost żywotności całego systemu dowodzenia siłami powietrznymi oraz jego poszczególnych elementów wykonawczych.

3. Kierunki rozwoju środków łączności systemu dowodzenia siłami powietrznymi

Środkami łączności nazywamy różnego rodzaju urządzenia umożliwiające przekazywanie informacji na odległość. Do niedawna środki te były kojarzone głównie z telefonem i radiostacją. Tylko nieliczne państwa mogły sobie pozwolić na rozwój systemów łączności⁹, które opierały się na satelitach komunikacyjnych. Obecnie sytuacja ta ulega zasadniczym przewartościowaniom. Analizując kierunki technicznego rozwoju środków łączności, jakie mogą być wykorzystywane do dystrybucji informacji wewnątrz systemu dowodzenia siłami powietrznymi, można podzielić te środki na urządzenia łączności: przewodowej, radiowej i radioliniowej. Ważnym aspektem determinującym rozwój środków łączności systemu dowodzenia siłami powietrznymi w perspektywie najbliższych kilkunastu lat, będą rosnące potrzeby informacyjne organów dowodzenia, wynikające z koncepcji prowadzenia walki sieciocentrycznej i wzrost zakresu operacji o charakterze

⁸ P. Richfield, *Owing the Night. Infrared and thermal sensors are fused on the battlefield*, [w:] C4ISR Journal, November – December 2007, s. 16-20.

⁹ System łączności – organizacyjno-techniczny zespół sił i środków łączności oraz informatyki, odpowiadający potrzebom dowodzenia i kierowania ruchem pododdziałów i sterowania środkami rażenia, a także charakterowi prowadzonych działań i wykonywanych zadań. Przepis własny.

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. W oparciu o doświadczenia ostatnio prowadzonych operacji w Iraku i Afganistanie można przewidywać, że obok informacji tekstowych, w systemie dowodzenia siłami powietrznymi będzie systematycznie wzrastać liczba transmisji obrazu i sekwencji video. Dostrzegalny jest również wymóg wymiany coraz większej części informacji w czasie niemal rzeczywistym, pomiędzy organami dowodzenia siłami powietrznymi i taktycznymi modułami bojowymi wykonującymi zadania.

Można z dużym prawdopodobieństwem założyć, iż rozwój wykorzystania tradycyjnych środków łączności przewodowej na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi, będzie zmierzać bardziej w kierunku zastosowań lokalnych. Trzeba się liczyć natomiast z gwałtownym rozwojem satelitarnych sieci telefonicznych, należących do operatorów cywilnych, jak i typowo dedykowanych sieci militarnych. Skalę zjawiska można przedstawić na przykładzie rozwoju naziemnej sieci telefonii komórkowej. Dlatego też teza, że za kilka lat tradycyjne środki łączności przewodowej będą wykorzystywane jako środki o znaczeniu pomocniczym i do zapewnienia łączności lokalnej np. do zapewnienia łączności wewnętrznej stanowiska dowodzenia, wydaje się być tezą słuszną.

W zakresie rozwoju środków łączności radiowej, jakie mogą znaleźć zastosowanie w systemie dowodzenia siłami powietrznymi, zauważalnym trendem jest rozszerzenie zakresu częstotliwości, miniaturyzacja urządzeń oraz ich mobilność. Współcześnie wszystkie firmy przemysłowe proponują użytkownikowi radiostacje, o zmienianym losowo zakresie częstotliwości (*Hoop Frequency – HF*). Radiostacje o stałych częstotliwościach będą miały raczej zastosowania cywilne. Coraz więcej firm proponuje sprzęgnięcie komputera osobistego i małej przenośnej radiostacji. Jeśli dysponujemy odpowiednim oprogramowaniem, to możemy przesyłać dowolne pliki lub teksty między komputerami, połączonymi z radiotelefonami wyposażonymi w odpowiednie moduły transmisji danych. Obecnie konstruktorzy nowych urządzeń, przeznaczonych do łączności radiowej pracują nad zwiększeniem możliwości szybkiej transmisji danych. Mówi się wręcz 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.

Widocznym kierunkiem rozwoju jest tworzenie zintegrowanych systemów radiowych, które zespałyby wiele urządzeń, pracujących do tej pory niezależnie od siebie w jedno spełniające wiele funkcji.

Z punktu widzenia dowodzenia siłami powietrznymi ważnym krokiem do przodu jest wprowadzanie systemu cyfrowej wymiany danych *Link-16*. Kodowa nazwa

Link-16 określa cyfrową sieć wymiany danych taktycznych (*Tactical Digital Information Link type J – TADIL-J*), służącą do zapewnienia samolotami lub okrętom, walczącym w danym rejonie (akwenie), wielostronnego dostępu do rozporządzalnej informacji. 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-J* 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. Możliwe jest także przekazywanie danych taktycznych bezpośrednio, np. między samolotami ugrupowania wykonującego zadanie.

W najbliższej przyszłości planowane jest wprowadzenie w siłach powietrznych USA nowej generacji systemów wymiany danych *Joint Tactical Radio System (JTRS)*, charakteryzującej się większym zakresem wykorzystywanych częstotliwości, zawierającym się w przedziale od 2 MHz do 2 GHz. Zakres ten może być rozszerzony do 55 GHz na potrzeby wymiany danych z systemami satelitarnymi¹⁰.

Już teraz jednak wiadomo, że systemy *JTRS* z możliwością przesyłania danych do 5 Mb/s, nie będą zapewniały wystarczającej szybkości transmisji danych, do przesyłania danych obrazowych z rozpoznania optoelektronicznego lub w podczerwieni. Transmisje obrazów i sekwencji video mają zabezpieczać, opracowywane obecnie w USA, nowe generacje systemów wymiany danych takie, jak: *Network Centric Collaboration Targeting (NCCT)*, zapewniający ciągłą transmisję video z prędkością 10 Mb/s w sieciach łączności powietrze-powietrze; linki *Common Data Link (CDL i Multi Point CDL)*, we wszystkich relacjach, oraz *Airborne Transmission (ABIT)*, w relacjach powietrze – powietrze z prędkością transmisji danych w formie video 10, 50 i 274 Mb/s¹¹.

Zwiększające się systematycznie potrzeby informacyjne organów dowodzenia siłami powietrznymi, będą wymuszać wykorzystanie komercyjnych środków łączności. Powszechnie podkreślanym w literaturze przedmiotu faktem, jest zwielokrotnienie potrzeb w zakresie szybkości transferu danych w sieciach systemów dowodzenia wojsk, w tym również w systemie dowodzenia siłami powietrznymi. Według ocen amerykańskich rutynowe potrzeby transmisji danych dla funkcjonowania amerykańskich sił zbrojnych wynosiły w 2008 r. około 9 do 13 Gb/s, przy możliwościach wojskowych satelitów komunikacyjnych poniżej 4 Gb/s.

¹⁰ E. Ghashghai, *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, Project Air Force, RAND, Santa Monica 2004, s. 6.

¹¹ Tamże, s. 8.

W tym samym czasie dostępne komercyjne kanały łączności satelitarnej zapewniały transmisję danych z szybkością w przedziale od 200 do 250 Gb/s¹².

W dalszej perspektywie czasu 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 m¹³.

Nowym kierunkiem jest wykorzystywanie do łączności radiowej relacji powietrze-powietrze na dużych wysokościach powyżej 20 000 m pasma radiowego 55-65 GHz¹⁴.

4. Kierunki rozwoju środków przetwarzania i zobrazowania informacji systemu dowodzenia siłami powietrznymi

Jedną z właściwości dowodzenia siłami powietrznymi jest duża dynamika działań. Tempo zmian sytuacji operacyjno-taktycznej mierzy się w godzinach, minutach a nawet sekundach. Z tego względu występuje duża częstotliwość, z reguły krótkich cykli dowodzenia. Sytuacja ta jest mało komfortowa dla decydentów, a stres może negatywnie wpływać na jakość podejmowanych decyzji. Rozwiązaniem zmniejszającym negatywne skutki powyższej 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. Przykładem takiego rozwiązania może być korzystanie ze wspólnych urządzeń, oprogramowania, z centralnej bazy danych, przesyłania informacji między komputerami (komunikaty, listy, pliki).

Technologia sieciowa jest praktycznie wykorzystywana w systemach dowodzenia. Systemy informatyczne i teleinformatyczne są immanentną częścią każdego, współczesnego systemu dowodzenia. Istotnym aspektem wykorzystania technologii sieciowych w perspektywnych systemach dowodzenia siłami powietrznymi jest zwiększanie w wymiarze geograficznym, rozległości sieci w ramach rozwiązań „*reach back capability*”. W rozwiązaniach takich przewiduje się realizowanie przetwarzania pierwotnych danych rozpoznawczych w miejscach stałej dyslokacji i przekazywanie przetworzonych informacji zainteresowanym organom dowodzenia (np. na obszarze operacji). Kolejnym trendem

¹² T. Bonds i in., *Employing Satellite Communications: Wideband Investment Options for the Department of Defense*, RAND, Santa Monica 2000, s. XVI-XVIII.

¹³ E. Ghashghai, *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, wyd. cyt., s. 30-31.

¹⁴ Tamże, s. 30.

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 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 opracowaniu zautomatyzowanych systemów dowodzenia. Będą one pozwalać na zmniejszanie wielkości obsad organów dowodzenia lotnictwem przy jednoczesnym zwiększaniu wielkości wysiłku lotniczego, dla jakiego możliwe będzie realizowanie funkcji dowodzenia związanych z planowaniem działań, stawianiem zadań, nadzorem nad ich realizacją oraz oceną rezultatów działań bojowych. Na przykład NATO-wski program systemu dowodzenia siłami powietrznymi (*NATO Air Command and Control System – ACCS*). W jego ramach tworzone jest, zdolne do przerzutu centrum operacji powietrznych (*Deployable CAOC – DCAOC*). Przy obsłudze 56 operatorów zautomatyzowane środki przetwarzania informacji *DCAOC* mają pozwalać na planowanie użycia lotnictwa z natężeniem do 1 000 samolotolotów na dobę, oraz stawianie zadań, nadzorowanie ich realizacji i ocenę rezultatów działania¹⁵.

W Stanach Zjednoczonych realizowany jest obecnie program rozwoju i standaryzacji zautomatyzowanych systemów dowodzenia dla centrów operacji powietrznych *AN/USQ-163 Falconer Air and Space Operations Center (AOC)*. Przy obsadzie etatowej rzędu kilkuset osób system *AN/USQ-163* ma umożliwić długotrwałe prowadzenie działań, z natężeniem około 3 000 samolotolotów na dobę, w warunkach konfliktu o dużej intensywności. Rozwiązania amerykańskie w dziedzinie rozwoju zautomatyzowanych środków przetwarzania i zobrazowania informacji w systemach dowodzenia siłami powietrznymi, ukierunkowane są na pełną standaryzację technicznych środków dowodzenia, wszystkich amerykańskich centrów operacji powietrznych, w perspektywie kilku najbliższych lat.

Drugim aspektem rozwoju środków przetwarzania i zobrazowania informacji w amerykańskim systemie dowodzenia siłami powietrznymi, jest przyśpieszenie tempa wprowadzania do wyposażenia sił zbrojnych, najnowszych komercyjnych technologii informacyjnych. W ramach programu *CAOC – X* realizowane są wspólnie przez Siły Powietrzne USA i firmy cywilne prace badawczo-rozwojowe, które mają pozwalać na skrócenie czasu implementacji nowych technologii, z kilku lat do kilku miesięcy. Zakłada się etapowe wprowadzanie modernizacji i nowych rozwiązań w odstępach czasowych około sześciu miesięcy, a po sprawdzeniu

¹⁵ K. Nesbitt, *Deployable Operations Capability. The NATO Air Command and Control System*, [w:] JAPCC Journal, Edition 2, 2005, s. 30.

skuteczności, wprowadzanie następnych w cyklu rozwoju określanym jako „rozwój po spirali”¹⁶.

Przykładami najnowszych rozwiązań wykorzystywanych w systemie dowodzenia siłami powietrznymi przez organa dowodzenia szczebla taktycznego jest, m.in., wprowadzany obecnie do uzbrojenia amerykański system *Joint Mission Planning System (JMPS)*. Możliwości taktyczno-techniczne systemu *JMPS* mogą być w pewnym stopniu reprezentatywne dla przyszłych generacji zautomatyzowanych systemów wspomagania planowania realizacji zadań bojowych przez siły powietrzne.

System *JMPS* może być stosowany do przygotowania realizacji zadań bojowych przez samoloty i śmigłowce, bezzałogowe statki powietrzne, techniczne środki rozpoznania powietrznego, rakiety skrzydlate oraz precyzyjne lotnicze środki rażenia. System zapewnia niezbędne dla załóg lotniczych informacje, dotyczące sposobu realizacji zadań bojowych w tym także dane dla systemów nawigacyjno-celowniczych systemów uzbrojenia wykorzystywanych do realizacji tych zadań. W zależności od potrzeb system *JMPS* może być wykorzystywany autonomicznie, (jako urządzenie automatyzacji procesów planowania realizacji zadań) lub korzystać (za pomocą utajnionych łącz) z baz danych innych organów dowodzenia siłami powietrznymi. Zauważyć należy również kompatybilność z systemem operacyjnym Windows, co zapewnia relatywnie łatwą współpracę z innymi zautomatyzowanymi systemami dowodzenia.

Należy spodziewać się 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 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.

W perspektywie kilkunastu najbliższych lat należy przewidywać pogłębianie się obecnych trendów w wizualizacji informacji. Nie tak dawno do zasadniczych środków zobrazowania informacji zaliczano głównie dokumenty bojowe, w tym tradycyjne mapy, planszety, aparaturę zapisującą dźwięk, filmy, zdjęcia, itp.¹⁷. Analiza literatury, doświadczenia zebrane w czasie ćwiczeń pozwalają postawić tezę, iż tradycyjne, „papierowe” dokumenty powszechnie będą zastępowane ich elektronicznymi odpowiednikami. Jednak drukowane będą przetworzone, dostosowane do potrzeb konkretnego użytkownika czy decydenta treści

¹⁶ Tamże.

¹⁷ P. Sienkiewicz, M. Szczepaniak, W. Więckowski, *Dowodzenie z komputerem*, MON, Warszawa 1984.

dokumentów, a nie ich całość. Rozwój tej formy zobrazowania informacji będzie zmierzał do opracowania bardziej nowoczesnych standardów ich opracowania i powszechnego wdrożenia do systemu dowodzenia sił powietrznych państw sojuszu¹⁸. Rozwój elektronicznych form dokumentów zmierza w kierunku pełnej automatyzacji ich opracowywania. Już obecnie istnieje oprogramowanie umożliwiające automatyzację opracowania niektórych dokumentów bojowych, czego przykładem może być m.in. pakiet aplikacji *FAMA (Flexible ADatP-3 Message Analyzer)* firmy FIBICO. Programy tego typu współpracując z cyfrowymi mapami terenu, umożliwiają automatyczne odwzorowanie sytuacji opisanej w dokumencie.

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 organicznym przez operatorów (planszeczistów). Pod koniec XX w. możliwość powszechnego zastosowania osiągnięć informatyki, pozwoliła na szerokie zastosowanie w systemach dowodzenia siłami powietrznymi tzw. zobrazowania wielkoformatowego. 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, a przedstawiana jest przy użyciu umownych znaków graficznych i kolorów na tle cyfrowej mapy obszaru działań. Obecne systemy przedstawiają sytuację w dwóch wymiarach.

W przypadku działań sił powietrznych dobrze byłoby osiągnąć możliwość przedstawiania tej sytuacji również w trzecim wymiarze. W przyszłości być może będzie to możliwe, dzięki rozwojowi holografii. Zajmuje się ona technikami uzyskiwania obrazów przestrzennych (trójwymiarowych) metodą rekonstrukcji fali (głównie światła, ale też np. fal akustycznych).

5. Kierunki rozwoju środków rozmieszczenia stanu osobowego i transportu systemu dowodzenia siłami powietrznymi

W systemie dowodzenia siłami powietrznymi od lat zauważalne są dwa trendy w rozwoju środków rozmieszczenia stanu osobowego i transportu. Są to: 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 szeregu państw 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

¹⁸ Obecnie stosuje się standard AdatP-3. Przypis własny.

środkami rażenia. Nowym zjawiskiem obserwowanym w krajach arabskich jest stosowanie technik górniczych w budowie nowych, głęboko zagłębionych stanowisk dowodzenia sił powietrznych¹⁹.

Stacjonarne umocnione obiekty systemu dowodzenia siłami powietrznymi mogą funkcjonować zupełnie odizolowane od otoczenia przez bardzo długi okres czasu. 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. Ważnym aspektem utrzymywania stacjonarnych obiektów, zabezpieczających funkcjonowanie systemu dowodzenia siłami powietrznymi, są wysokie koszty. Powoduje to, że nie dąży się obecnie do zwiększania ilości umocnionych obiektów, ale poszukuje się innych sposobów zwiększania żywotności systemu.

Zmiana charakteru zagrożeń militarnych, uwidoczniła znaczenie zwiększenia mobilności organów dowodzenia siłami powietrznymi. Okazało się, że siły powietrzne muszą dysponować, w ramach swojego systemu dowodzenia mobilnymi stanowiskami dowodzenia, zarówno szczebla operacyjnego, jak i taktycznego. Mobilność osiąga się poprzez zastosowanie zunifikowanych środków transportowych. Jest to możliwe poprzez rozwijanie „kontenerowych stanowisk dowodzenia”. Kontenery są bowiem przystosowane do przerzutu drogą lądową, powietrzną i morską. Przykładem wprowadzania 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 ma tworzyć pomieszczenia do pracy bojowej (*Operations Shelter*), dwa kontenery mają mieścić środki łączności (*Link Support Shelters – LSS*), i dwa mają być przeznaczone do zabezpieczenia logistycznego (*Transport Shelters – TS*)²⁰.

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 przerzutu moduły (określane również jako transportowalne schrony), z których po połączeniu ma powstawać w pełni funkcjonalne stanowisko dowodzenia.

Wraz z rozwojem techniki lotniczej pojawiła się idea umieszczenia elementów systemu dowodzenia w przestrzeni powietrznej. W latach 60. XX w. zaowocowało to opracowaniem Powietrznego Systemu Ostrzegania i Kontroli (*Airborne Warning and Control System – AWACS*). Miniaturyzacja technicznych środków rozpoznania oraz możliwości szerokopasmowej transmisji informacji do naziemnych organów dowodzenia systemu dowodzenia siłami powietrznymi, będą prawdopodobnie

¹⁹ E.M. Sepp, *Deeply Buried Facilities: Implications for Military Operations*, AU, Maxwell AFB 2000, s. 10.

²⁰ K. Nesbitt, *Deployable Operations Capability*, wyd. cyt., s. 30.

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.

6. Podsumowanie

Rozwój technicznych środków dowodzenia siłami powietrznymi będzie przebiegał w zróżnicowany sposób. W grupie środków rozpoznania należy przewidywać doskonalenie urządzeń rozpoznawczych wykorzystujących radiolokacyjne, elektroniczne oraz optoelektroniczne techniki detekcji. W dalszej perspektywie nie można wykluczyć stopniowego wykorzystywania na potrzeby systemu dowodzenia siłami powietrznymi technicznych środków rozpoznania multispektralnego i hiperspektralnego oraz lidarowego. Miniaturyzacja urządzeń rozpoznawczych pozwalać będzie na szersze ich przenoszenie nie tylko przez samoloty załogowe, ale w coraz szerszym stopniu również przez bezzałogowe statki powietrzne. Postęp technologiczny w dziedzinie komercyjnych i militarnych systemów satelitarnych, będzie pozwalał na szersze niż dotychczas wykorzystanie środków rozpoznania kosmicznego.

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. 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 jest dążenie do automatyzacji procesów planowania działań bojowych, stawiania zadań i wspomagania 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 możliwości stosowania rozwiązań sieciowych.

Wzrost znaczenia operacji o charakterze ekspedycyjnym powoduje rozwój mobilnych, a także przystosowanych do transportu elementów systemu dowodzenia siłami powietrznymi. Wprowadzane są do uzbrojenia modułowe, zautomatyzowane systemy dowodzenia pozwalające na elastyczne konfigurowanie stanowisk dowodzenia, w zależności od potrzeb konkretnych operacji. Ten kierunek zmian będzie intensywnie kontynuowany.

7. Bibliografia:

- [1] *AFTTP(I) 3-2.3 Multi Service Tactics, techniques and Procedures for Time Sensitive Targets*, ALSAC, Langley AFB, 2004.
- [2] Bolkom Ch., *Military Suppression of Enemy Air Defenses (SEAD): Assessing Future Needs*, CRS Report for Congress, RS 21141, Washington D.C., May 11, 2005.

- [3] Bonds T. i in., *Employing Satellite Communications: Wideband Investment Options for the Department of Defense*, RAND, Santa Monica 2000.
- [4] *Field Manual 3-60.1, Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for TST*, ALSAC, April 2004.
- [5] Ghashghai E., *Communications Networks to Support Integrated Intelligence, Surveillance, Reconnaissance, and Strike Operations*, RAND, Santa Monica 2004.
- [6] Michniak J., *Dowodzenie i łączność*, AON, Warszawa 2005.
- [7] Nesbitt K., *Deployable Operations Capability. The NATO Air Command and Control System*, [w:] JAPCC Journal, Edition 2, 2005.
- [8] Richfield P., *Owing the Night. Infrared and thermal sensors are fused on the battlefield*, [w:] C4ISR Journal, November – December 2007.
- [9] Sepp E.M., *Deeply Buried Facilities: Implications for Military Operations*, AU, Maxwell AFB 2000.
- [10] Sienkiewicz P., Szczepaniak M., Więckowski W., *Dowodzenie z komputerem. Realia i perspektywy*, MON, Warszawa, 1984.
- [11] *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030*, Office of the Secretary of Defense, Washington D.C., May 2005.



plk dr inż. Ryszard Bartnik, absolwent Wyższej Oficerskiej Szkoły Radiotechnicznej oraz Akademii Obrony Narodowej, doktor nauk wojskowych. Ukończył studia podyplomowe z bezpieczeństwa narodowego. Brał udział w wielu ćwiczeniach narodowych i międzynarodowych. Obecnie pracuje w AON na stanowisku zastępcy dyrektora Instytutu Lotnictwa i Obrony Powietrznej. W działalności naukowo-dydaktycznej specjalizuje się w obszarze lotnictwa wojskowego. Jest autorem i współautorem wielu artykułów i prac naukowych.



plk rez. nawig. dr inż. Jacek Nowak, absolwent Wyższej Oficerskiej Szkoły Lotniczej oraz Akademii Obrony Narodowej, doktor nauk wojskowych w specjalności zarządzanie i dowodzenie. Ukończył studia podyplomowe z bezpieczeństwa narodowego. Brał udział w wielu ćwiczeniach narodowych i międzynarodowych. Obecnie pracuje w Akademii Obrony Narodowej na stanowisku adiunkt – w Zakładzie Systemów Dowodzenia Siłami Powietrznymi. Specjalizuje się w dowodzeniu SP, bezpieczeństwie lotnictwa i zarządzaniu kryzysowym w organizacjach lotniczych. Jest współautorem wielu prac, podręczników i skryptów akademickich.