



wiww



KWARTALNIK
GRUDZIEŃ 2013
NR 04 (064)

przeegląd

sił powietrznych

str. 9

Zintegrowane dowodzenie

Integracja naszych sił zbrojnych z armiami innych państw NATO obejmuje także wdrażanie nowego systemu dowodzenia i kierowania.



Cena 10 zł (w tym 5% VAT) ISSN 1897-8428

przegląd sił powietrznych

GRUDZIEŃ 2013 | NR 04 (064)

Szanowni Czytelnicy!

Niedawno obchodziliśmy święto wojsk radiotechnicznych oraz łączności i informatyki. Jak są one ważne, aby jednostki lotnictwa oraz obrony przeciwlotniczej sprawnie funkcjonowały, nie trzeba nikogo przekonywać. To właśnie pododdziały radiotechniczne nadzorują naszą przestrzeń powietrzną. Wykorzystują do tego rozwinięte posterunki radiolokacyjne. Dysponują też w większości sprzętem, który wyprodukowano w naszym kraju, co świadczy o jego światowym poziomie. Aby zapewnić żywotność środków będących w wyposażeniu tego rodzaju wojsk, będą wprowadzane mobilne pasywne stacje radiolokacyjne. Uwzględniając prace nad nową jakością obrony powietrznej, przewidziano również środki na opracowanie prototypu mobilnej trójwspółrzędnej stacji radiolokacyjnej dalekiego zasięgu.

Święto wojsk radiotechnicznych, zgodnie z zarządzeniem nr1/MON z 6 stycznia 2005 roku, jest obchodzone 15 października. Ta data przypomina chwilę, gdy 49 Samodzielny Batalion Obserwacyjno-Meldunkowy osiągnął w 1950 roku pełną gotowość bojową.

Z kolei wojska łączności i informatyki zapewniają sprawny obieg informacji nie tylko z posterunków radiolokacyjnych. Wdrażają, zgodnie z wymaganiami NATO, zintegrowane systemy dowodzenia siłami powietrznymi i obroną powietrzną. To właśnie one pozwolą na wykorzystanie dostępnych danych do jak najefektywniejszego wykonania powierzonych zadań przez jednostki sił powietrznych i obrony przeciwlotniczej. Nowe systemy umożliwią sprawne zarządzanie podległymi siłami i środkami wojsk lotniczych i OPL, przestrzenią powietrzną oraz bezpośrednie dowodzenie samolotami w powietrzu.

Wysoka jakość wykonywanych zadań wymaga również tego, aby inwestować w wyszkolenie żołnierzy, gdyż to oni są użytkownikami wspomnianych systemów i od ich fachowości będzie zależeć przekazywanie informacji w jak najkrótszym czasie oraz bezawaryjność posiadanego sprzętu.

Święto wojsk łączności i informatyki przypada 18 października. Tego dnia w1558 roku ustanowiono pierwsze stałe połączenie pocztowe między Krakowem a Wenecją, które zawdzięczamy królowi Zygmuntowi II Augustowi.

Z pewnością w listopadzie wszyscy, którym zależy na dobrze wyszkolonej i przygotowanej do wykonywania zadań bojowych kadrze, za sprawą Dnia Podchorążego zastanowią się nad problemami szkolnictwa wojskowego. Należałoby określić, czy obecny system gwarantuje to, że absolwenci uczelni są merytorycznie i praktycznie przygotowani do działań na przyszłym polu walki.

Zbliżający się koniec roku to także czas odpraw, na których będą zarówno podsumowywane osiągnięcia, jak i stawiane zadania do wykonania w roku 2014. Z pewnością będą ambitne i będą wymagać dużej wiedzy i zaangażowania wszystkich żołnierzy i pracowników wojska.

Zapraszam zatem do dzielenia się swoimi przemyśleniami dotyczącymi form i metod szkolenia stosowanych w jednostkach, a także rozwiązań systemowych, które pozwalają na bezpieczne wykonywanie zadań w powietrzu. I oby lektura zaprezentowanych artykułów skłoniła Czytelników do polemiki lub zaprezentowania swoich przemyśleń na łamach naszego pisma.

Życzę przyjemnej lektury.

plk. rez. dr Jan Brzozowski

Informujemy P.T. Czytelników, że jest to ostatni numer kwartalnika „Przegląd Sił Powietrznych”. Od nowego roku bowiem będzie się ukazywał dwumiesięcznik „Przegląd Sił Zbrojnych”.

Redakcja



Aleje Jerozolimskie 97
00-909 Warszawa
tel.: CA MON 845 365, 845 685
faks: 845 503
e-mail: sekretariat@zbrojni.pl

Redaktor naczelny:
WOJCIECH KISS-ORSKI
tel.: +48 22 684 02 22
e-mail: wko@zbrojni.pl

Redaktor wydawniczy:
JOANNA ROCHOWICZ
tel.: +48 22 684 52 30

Redaktor prowadzący:
plk rez. dr JAN BRZOZOWSKI
tel.: CA MON 845 186
e-mail: przeglad-sz@zbrojni.pl

Opracowanie redakcyjne:
MARIA JANOWSKA
tel.: CA MON 845 184

Opracowanie graficzne:
Wydział Składu
Komputerowego i Grafiki WIW

Kolportaż i reklamacje:
TOPLOGISTIC
tel.: 22 389 65 87
kom.: 500 259 909
faks: 22 301 86 61
email: biuro@toplogistic.pl
www.toplogistic.pl

Zdjęcie na okładce:
BARTOSZ BERA

Druk: ArtDruk
ul. Napoleona 4, 05-230 Kobylka
www.artdruk.com

Nakład: 1500 egz.



„Przegląd Sił Powietrznych”
ukazuje się od listopada 1928 roku.



S Z K O L E N I E I B L

plk dr PIOTR JUREK

Ewolucja przeciwlotnicza

System obrony powietrznej kraju musi skutecznie ostaniać przed uderzeniami środków napadu powietrznego zarówno zgrupowania wojsk, jak i ważne obiekty infrastruktury państwa.

plk dr inż. TADEUSZ COMPA
sierż. pchor. ŁUKASZ LASEK

Pokładowy system antykolizyjny

Współczesne statki powietrzne wyposaża się w urządzenia i systemy ostrzegające pilota o możliwych zagrożeniach, by mógł podjąć we właściwym czasie działania zapobiegawcze.

T R E N D Y

Bezpieczne latanie

gen. dyw. pil. dr LESZEK CWOJZIŃSKI 6

Zintegrowane dowodzenie

plk mgr inż. KRZYSZTOF JOP 9

Bazy lotnicze pod ochroną

plk nawig. dr BOGDAN GREUDA 13

S Z K O L E N I E I B L

Ewolucja przeciwlotnicza

plk dr PIOTR JUREK 20

Zabezpieczenie szkolenia bojowego

ppłk BOGUSŁAW ATALSKI,
ppłk PIOTR WOŹNICA 25

Loty wojskowe w koncepcji zarządzania trajektoriami

plk rez. pil. dr TELESFOR MAREK MARKIEWICZ 29

Pokładowy system antykolizyjny

plk dr inż. TADEUSZ COMPA,
sierż. pchor. ŁUKASZ LASEK 39

Monitorowanie statków powietrznych

ppor. pil. JACEK ANDRZEJ CHORZEWSKI 51

Jak dochodzi do wypadków i incydentów lotniczych?

ppor. mgr MARTA DZIK 59

Na rzecz gotowości bojowej

plk rez. dr inż. HENRYK CZYŻYK 64

D O Ś W I A D C Z E N I A

Przyszłość lotnictwa

kpt. RADOŚLAW BIELAWSKI 68

Napędy platform bezzałogowych	
mgr MACIEJ ŁUGOWSKI	71
Ewolucja systemu rozpoznania radiolokacyjnego USA	
ppłk dypl. STANISŁAW CZESZEJKO	76
Krucze platformy	
plk dypl. rez. nawig. JÓZEF MACIEJ BRZEZINA.....	87
Żądło przeciwołotników – przenośne przeciwołotnicze zestawy raketowe	
st. chor. TOMASZ PŁOSZAJ	91
Balistyczny system ratunkowy	
plk w st. spocz. pil. dr JERZY SZCZYGIEL	96
L O G I S T Y K A	
Wojskowy zasób geograficzny	
ppłk ARKADIUSZ PIOTROWSKI.....	99
I N N E A R M I E	
Lotnictwo wojskowe Omanu i Kuwejtu	
ppłk w st. spocz. dr JERZY GARSTKA.....	104
Niewidzialny myśliwiec chiński	
ppłk pil. w st. spocz. MACIEJ KAMYK	108
Z kabiny pilota i nawigatora	
plk dypl. rez. nawig. JÓZEF MACIEJ BRZEZINA.....	111
S P R A W O Z D A N I A	
Nauka w służbie bezpieczeństwa	
plk dr TADEUSZ COMPA	118
P O L E M I K I	
O prawdę historyczną	
plk w st. spocz. KAZIMIERZ STEĆ	120

D O Ś W I A D C Z E N I A**str. 76**

ppłk dypl. STANISŁAW CZESZEJKO

Ewolucja systemu rozpoznania radiolokacyjnego USA

Znaczenie informacji o przeciwniku powietrznym i reakcja na zagrożenie uderzeniami z powietrza to nie tylko znak współczesnych czasów. Te problemy trapiły wszystkie armie, amerykańską w szczególności.

str. 91

st. chor. TOMASZ PŁOSZAJ

Żądło przeciwołotników

Idea przenośnych przeciwołotniczych zestawów raketowych narodziła się w 1944 roku.

I N N E A R M I E**str. 108**

ppłk pil. w st. spocz. MACIEJ KAMYK

Niewidzialny myśliwiec chiński

Eksperti przewidują, że ten „niewidzialny” samolot zdecydowanie zmieni bilans sił w regionie na korzyść Chin.



gen. dyw. pil. dr
LESZEK CWOJDZIŃSKI
Ministerstwo Obrony Narodowej

Bezpieczne latanie

Niezbędne jest podjęcie działań, które pozwolą bezzałogowym statkom powietrznym bezpiecznie dzielić przestrzeń powietrzną z innymi jej użytkownikami.

Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych (BSP) wiąże się z koniecznością stworzenia systemów, które będą zapobiegać ich kolizjom z innymi statkami powietrznymi. Takie systemy dla tych platform określono jako *zobacz i omiń* (See and Avoid). W dalszym poszukiwaniu rozwiązań przyjęto dla nich nazwę *odbierz i omiń* (Sense and Avoid). W języku polskim nie ma jeszcze odpowiedników dla terminów angielskich opisujących tę problematykę, dlatego też w dalszej części opracowania będą stosowane nazwy anglojęzyczne.

Systemy te charakteryzują się wieloma cechami, które muszą zapewnić odpowiednie manewry bezzałogowym statkom powietrznym, aby zapobiec kolizjom. Może to być realizowane różnymi metodami – zależnie od przyjętych modeli architektury systemu i zastosowanych technologii oraz metod analizy i zobrazowania sytuacji powietrznej wokół platformy bezzałogowej.

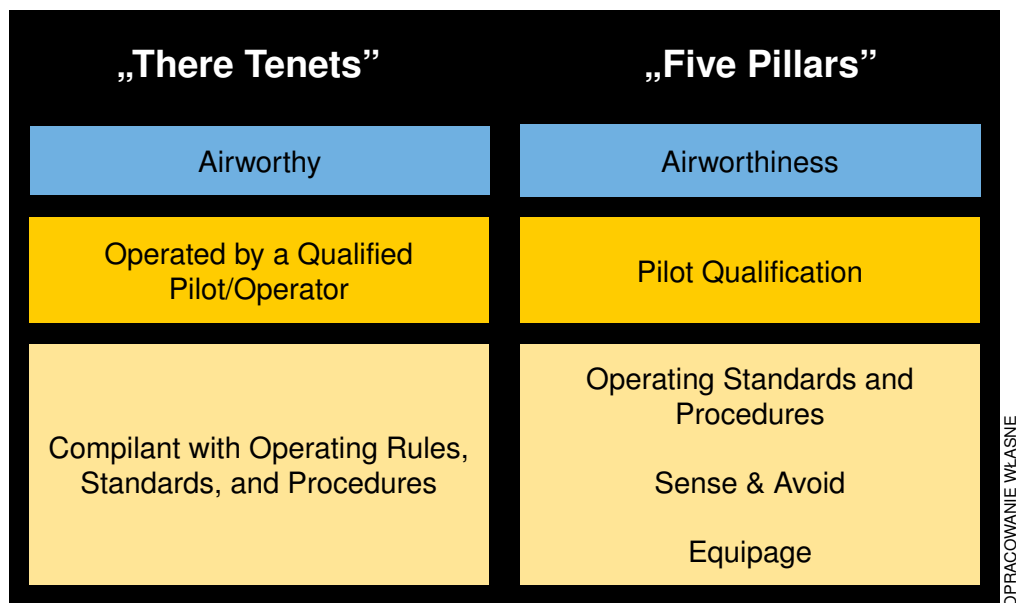
PRZYSZŁOŚCIOWE ROZWIĄZANIA

System Sense and Avoid może zawierać zarówno elementy zlokalizowane na ziemi, jak i/lub zamontowane na pokładzie platformy, działające automatycznie wraz z udziałem operatora

lub bez udziału czynnika ludzkiego. Na kształt przyjętych rozwiązań dodatkowo wpływa fakt, że możliwości montażu systemów dotyczą tych klas bezzałogowych statków powietrznych, które mogą przenosić dodatkowe wyposażenie na pokładzie. Dlatego też powstające systemy mają i będą miały różne rozwiązania przyjęte dla odpowiednich typów platform bezzałogowych.

Przewiduje się również, że z technicznego punktu widzenia, lub nawet z uwagi na efektywność finansową (koszt–efekt), nie będzie możliwe zbudowanie dla każdej klasy BSP rozwiązań umożliwiających ich zastosowanie we wspólnej przestrzeni powietrznej. Prace nad pełnym określeniem wymagań w stosunku do systemów Sense and Avoid trwają i ze względu na to, że jest to temat rozwojowy, należy się spodziewać dalszego postępu. Wymagania te będą się różnić także w zależności od zadań wykonywanych przez platformy bezzałogowe (rys. 1).

Konieczność rozwiązania problemu sprawiła, że w niektórych państwach, na przykład USA, podjęto decyzję o kontynuacji działań z wykorzystaniem istniejących i dostępnych technologii, jakimi są systemy Sense and Avoid rozmieszczone na ziemi. W Stanach Zjednoczonych dla takiego rozwiązania przyjęto nazwę Ground



OPRACOWANIE WŁASNE

RYS. 1. Podstawowe wymagania dotyczące zapewnienia bezpiecznego wykorzystania przestrzeni powietrznej przez BSP i pilotowane statki powietrzne

Based Sense and Avoid (GBSAA). W dużym uproszczeniu umożliwia ono dostęp do stref objętych systemem dzięki monitorowaniu obszaru geograficznego (rys. 2). Wdrożenie systemu podzielono na etapy.

Etap pierwszy nazwano zero konfliktów w przestrzeni powietrznej (Zero-Conflict Airspace – ZCA). Zakłada on wykonywanie lotów bezzałogowych statków powietrznych wspólnie z innymi platformami powietrznymi. Jeśli w określonym obszarze przestrzeni powietrznej znajdzie się inny statek powietrzny, BSP wykona odejście do strefy bezpiecznej, zastrzeżonej dla niego, lub wylądować. Takie rozwiązanie umożliwia wykonywanie lotów platformom bezzałogowym w przestrzeni powietrznej użytkowanej wspólnie z innymi bez wykorzystania obserwatorów podczas realizacji lotów – wymogiem jest rozmieszczenie kilku obserwatorów w różnych punktach obszaru działań kontrolujących wzrokowo BSP. Zastosowanie GBSAA pozwala również na loty w nocy.

Etap drugi systemu GBSAA obejmuje loty bezzałogowych statków powietrznych wspólnie

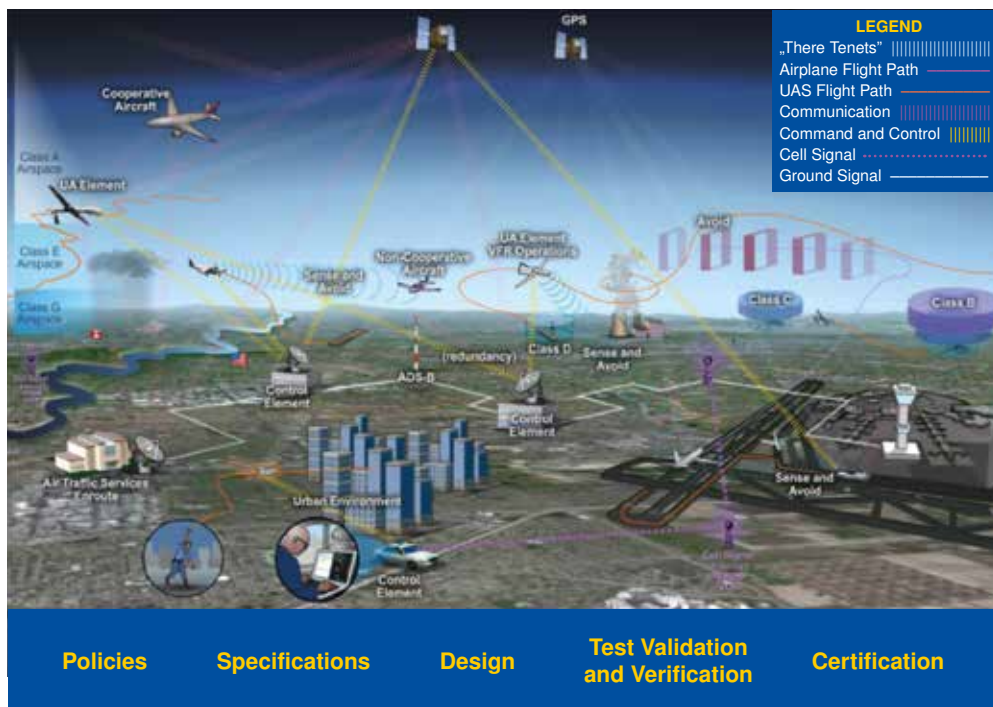
z innymi platformami załogowymi w tym samym obszarze kontrolowanym przez ten system.

Etap trzeci, Airborne Sense and Avoid (ABSAA), ma umożliwić użycie systemu powietrznego Sense and Avoid zabudowanego na pokładzie zarówno bezzałogowych statków powietrznych, jak i innych platform.

Etap czwarty zapewni użycie bezzałogowych statków powietrznych w przestrzeni powietrznej wraz z innymi poruszającymi się w niej statkami powietrznymi.

Przewiduje się, że nowe systemy zainstalowane na pokładach BSP w ramach Airborne Sense and Avoid będą w stanie realizować funkcje, które nie były dostępne dla pilotowanych statków powietrznych. Wraz z rozwojem technologii pojawia się więc oczekiwanie na zwiększenie bezpieczeństwa lotów dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii.

W ABSAA rozróżnia się systemy aktywne, które wysyłają sygnał w celu wykrycia obiektów (radar, laser), oraz pasywne, korzystające z różnego rodzaju detektorów odbierających sygnały



ARCHIWUM AUTORA

RYS. 2. Przestrzeń powietrzna użytkowana przez BSP i pilotowane statki powietrzne z zastosowaniem systemów zapobiegania niebezpiecznemu zbliżeniu i kolizji

od obiektów, na przykład detektory elektrooptyczne, podczerwieni.

EFEKTY

Obecnie wiele firm wykonuje loty testowe z zastosowaniem radarów. Przykładem jest General Atomics Aeronautical Systems, który wprowadził na pokład Predatora B radar DR (Due Regard Radar). Testy przeprowadzono w lutym 2013 roku z zastosowaniem radaru Actively Electronically Scanned Array (AESA). W ich trakcie dzięki wprowadzonym rozwiązaniom wykrywano i lokalizowano pojawiające się inne statki powietrzne i przeszkody terenowe. BSP automatycznie wtedy zmieniał tor lotu, by nie doszło do niebezpiecznego zbliżenia.

Innym przykładem są prace prowadzone przez US Air Force Research Laboratory (AFRL) w ramach programu naukowego Multiple Intruder Autonomous Avoidance (MIAA). Stworzono

w nim system umożliwiający wykonywanie lotów przez RQ-4 Global Hawk wspólnie z innymi użytkownikami przestrzeni powietrznej. System ten wykorzystuje informacje zarówno z sensorów elektrooptycznych, jak i nowego radaru (Electronically Scanned Sense-and-Avoid Radar) przeznaczonego do takich właśnie zadań.

Wszystkie uzyskane informacje są analizowane według specjalnie opracowanych algorytmów, które mają zapobiec niebezpiecznym zbliżeniom i kolizjom. Zaplanowano, że system ten wejdzie do użytku w 2015 roku, a do działań operacyjnych będzie wdrożony w 2017 roku. ■

Autor był dyrektorem Departamentu Polityki Zbrojeniowej MON. Ukończył Wyższą Oficerską Szkołę Lotniczą i Uniwersytet Lubelski na kierunku psychologia lotnicza. Absolwent Akademii Sił Powietrznych im. Jurija Gagarina. Obecnie jest szefem Inspektoratu Implementacji Innowacyjnych Technologii Obronnych.



płk mgr inż.
KRZYSZTOF JOP
Dowództwo Sił Powietrznych

Zintegrowane dowodzenie

Integracja naszych sił zbrojnych z armiami innych państw członkowskich Organizacji Traktatu Północnoatlantyckiego obejmuje, między innymi, wdrażanie nowego systemu dowodzenia i kierowania oraz nowoczesnych systemów ubezpieczenia lotów.

Istotną cechą procesu dowodzenia jest maksymalne skrócenie czasu na podjęcie decyzji, wydanie rozkazu i niezawodne jego dostarczenie. Tym krótkim stwierdzeniem można uzasadnić potrzebę automatyzacji dowodzenia. W Siłach Powietrznych czas i niezawodność nabierają dodatkowego znaczenia w związku z dynamiką działań, jaką charakteryzuje się ten rodzaj sił zbrojnych. Postęp technologiczny w dziedzinie systemów informatycznych umożliwia tworzenie zautomatyzowanych systemów dowodzenia i kierowania walką, pracujących w czasie zbliżonym do rzeczywistego, zapewniając sprawne i niezawodne wykorzystanie dostępnych danych źródłowych do jak najefektywniejszego wykonania powierzonych zadań.

Doświadczenia z udziału sił powietrznych NATO w konfliktach lokalnych oraz obecne i przewidywane wyzwania legły u podstaw decyzji o podjęciu działań zmierzających do opracowania i wdrożenia zintegrowanego systemu dowodzenia i kontroli siłami powietrznymi (Air Command and Control System –

ACCS) i obroną powietrzną NATO. Państwa, które przystąpiły do programu, pracują nad implementacją systemu.

Siły powietrzne tych krajów, podążając za nowoczesnymi rozwiązaniami technologicznymi w tej dziedzinie oraz dążąc do pełnej interoperacyjności z innymi armiami sojuszu północnoatlantyckiego, rozwijają także systemy narodowe.

NOWA JAKOŚĆ

Zintegrowany system dowodzenia siłami powietrznymi i obroną powietrzną ma służyć zapewnieniu dowodzenia lotniczymi misjami defensywnymi, ofensywnymi i wsparcia. Realizuje funkcje związane z planowaniem, przekazywaniem i egzekwowaniem zadań stawianych jednostkom lotniczym i OPL. Prace nad nim sojusz rozpoczął w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku.

System planuje się wdrożyć na stanowiskach dowodzenia, takich jak: połączone centrum operacji powietrznych (Combined Air Operation Centre – CAOC), mobilne połączone centrum

Wysoki standard

■ Link-16 to najnowocześniejszy cyfrowy system wymiany informacji taktycznych w NATO, przeznaczony do przekazywania informacji o sytuacji powietrznej, lądowej i morskiej oraz do przesyłania komend dowodzenia i składania meldunków między stanowiskami dowodzenia i naprowadzania a samolotami, okrętami oraz aktywnymi środkami walki w czasie zbliżonym do rzeczywistego.

operacji powietrznych (Deployable CAOC – DCAOC), centrum dowodzenia i kierowania szczebla taktycznego (Air Command Centre, Recognized Air Picture Production Centre, Sensor Fusion Post – ARS), mobilne centrum dowodzenia i kierowania szczebla taktycznego (Deployable ARS – DARS), obiekt łączący funkcję taktyczną i operacyjną (CAOC i ARS – CARS).

Głównym elementem ACCS jest stanowisko dowodzenia szczebla taktycznego typu ARS (fot.). Skróć pochodzi od nazw trzech modułów:

- ACC – Air Command Centre – podsystem dowodzenia;
- RPC – Recognized Air Picture Production Centre – podsystem wytwarzania zobrazowania informacji o sytuacji powietrznej;
- SFP – Sensor Fusion Post – podsystem integrujący radary/sensory naziemne.

W naszym kraju takie stanowisko jest rozwijane w Krakowie, a jego podstawowe funkcje będą związane z planowaniem zadań powietrznych, zarządzaniem siłami i środkami oraz przestrzenią powietrzną.

Zintegrowany system dowodzenia i kontroli siłami powietrznymi umożliwia:

- zarządzanie: podległymi siłami i środkami wojsk lotniczych i OPL; elementami systemu dowodzenia, takimi jak sensory, taktyczne systemy telekomunikacyjne i wymiany danych, podległe stanowiska dowodzenia obrony powietrznej; przestrzenią powietrzną (określanie stref, segmentów, korytarzy powietrznych itp.);

- elektroniczne i optyczne rozpoznanie i obserwację przestrzeni powietrznej;
- kontrolę ruchu powietrznego;
- bezpośrednie dowodzenie samolotami w powietrzu.

ACCS jest wdrażany w dwóch grupach krajów jako jeden z elementów realizacji sojuszniczego pakietu inwestycyjnego CP 5A0109. Pierwsza grupa to kraje, w których jest realizowana tak zwana walidacja systemu: RFN, Francja¹, Belgia i Włochy. Druga natomiast to państwa, w których nastąpi jego replikacja: Grecja, Dania, Holandia, Hiszpania, Turcja, Węgry, Polska, Czechy, Norwegia, Portugalia i Francja.

Projekt systemu nadzoruje Agencja NATO ds. Łączności i Informatyki (NATO Communication and Information Agency – NCIA), a głównym wykonawcą jest firma Air Command System International (ACSI). System będzie wdrażany w pierwszej kolejności w krajach grupy pierwszej, następnie, po akceptacji oprogramowania Provisional Software Acceptance (PSWA), będzie implementowany w grupie drugiej.

ELEMENT NARODOWY

Stanowisko dowodzenia szczebla taktycznego w Krakowie będzie mieć możliwości techniczne związane z wymianą informacji zarówno w sojusznicznym, jak i narodowym systemie dowodzenia. W ramach wymiany informacji między stanowiskami wyposażonymi w ACCS będzie stosowany dedykowany standard teleinformatyczny (ACCS Wide Common Information Exchange Standards – AWCIES).

ARS Kraków będzie prowadził rozpoznanie polskiej przestrzeni powietrznej jako składowej

¹ We Francji ACCS jest wdrażany w obydwu fazach.



KRZYSZTOF JOP

WIDOK SALI operacyjnej systemu ACCS

przestrzeni powietrznej NATO, identyfikację, produkcję i dystrybucję rozpoznanego obrazu sytuacji powietrznej w przydzielonych sektorach odpowiedzialności, będzie także kierować siłami wydzielonymi do pełnienia dyżuru w ramach misji Air Policing. Operacyjnie będzie podlegać pod Połączone Centrum Operacji Powietrznych w Uedem (Combined Air Operations Centre – CAOC).

Zasadnicze zadania ARS Kraków będą obejmować:

- sprawowanie kontroli stanu i gotowości bojowej sił i środków Sił Powietrznych wydzielanych do zintegrowanego systemu obrony powietrznej NATO (NATINADS) oraz kierowanie misjami Air Policing w przydzielonym sektorze odpowiedzialności;

- opracowywanie obrazu sytuacji powietrznej (Recognized Air Picture – RAP), zgodnie z procedurami obowiązującymi w NATINADS;

- wymianę RAP z sąsiednimi elementami obrony powietrznej NATINADS w innych krajach;

- dystrybucję RAP do CAOC Uedem;

- składanie meldunków do CAOC Uedem zgodnie z obowiązującymi procedurami.

Jednym z najnowocześniejszych systemów wymiany informacji wykorzystywanych w ACCS jest Link-16. Mamy już doświadczenia w tej dziedzinie, gdyż początek jego implementacji w Siłach Powietrznych był związany z pozyskaniem samolotów F-16 wyposażonych w terminale tego systemu.

Wdrażanie nowego systemu transmisji danych zapoczątkowało również zmiany w organizacji i wyposażeniu infrastruktury naziemnej, zapewniającej możliwości operacyjnego użycia samolotów F-16. W ramach przygotowania lotnisk w Krzesinach i Łasku do przyjęcia nowych samolotów wyposażono je również w terminale wsparcia i symulacji (Ground Support System – GSS), umożliwiające szkolenie lotnicze z wykorzystaniem systemu Link-16.

Obecnie na terenie kraju powstaje też sieć posterunków radiowych Link 16 (Link-16 Radio Site), pozwalająca na kierowanie statkami powietrznymi z ośrodków dowodzenia i naprowadzania.

Należy stwierdzić, że ACCS jest najnowocześniejszym zautomatyzowanym systemem dowodzenia w NATO, umożliwiającym pełną integrację systemów dowodzenia (różnego szczebla

i różnych rodzajów sił zbrojnych), sensorów (radarów), systemów telekomunikacyjnych (Voice Communication System – VCS). Zapewnia ponadto kompatybilność z systemami sojusznicy mi oraz narodowymi, a jego implementacja jest szansą na ujednoczenie systemów dowodzenia, kierowania operacjami powietrznymi i obroną powietrzną NATO.

SYSTEMY UBEZPIECZENIA LOTÓW

W ostatnich latach w Siłach Zbrojnych RP gruntownej modernizacji są poddawane systemy ubezpieczenia lotów. Strona polska zobowiązała się do wypełnienia zobowiązań sojusznicych, które zawarto w *Celach Sił Zbrojnych NATO i wymaganiach długoterminowych SZRP*.

Jeden z nich dotyczył systemów nawigacji i łączności. Zgodnie z jego zapisami zobowiązaliśmy się do wyposażenia lotnisk interoperacyjnych w pomoce nawigacyjne, które będą umożliwiała

współdziałanie Sił Zbrojnych RP, w tym Sił Powietrznych, w operacjach sojusznicych.

Zgodnie z dokumentem *NATO criteria and standards for airfields*, lotniska wojskowe powinny być wyposażone w: system nawigacyjny TACAN (Tactical

Air Navigation System); radiolatarnię bezkierunkową NDB (Non-Directional Radio Beacon); radiolokacyjny system lądowania (Ground Control Approach – GCA); system lądowania według przyrządów (Instrument Landing System – ILS) z DME (Distance Measuring Equipment).

Personel ubezpieczenia lotów stoi obecnie przed największym wyzwaniem, jakim jest całkowita wymiana wysłużonych radiolokacyjnych systemów lądowania typu RSP-10 MN, produkcji byłego ZSRR, na nowoczesne radiolokacyjne systemy lądowania typu GCA-2000 produkowane w USA. Siły Zbrojne RP dysponują pięcioma takimi urzą-

dzeniami, a umowę na dostawę kolejnych dziewięciu podpisano 6 grudnia 2012 roku. Dostawy, instalacje i certyfikacja nowych systemów lądowania GCA na lotniskach Sił Powietrznych, Wojsk Lądowych i Marynarki Wojennej mają się zakończyć w ciągu 70 miesięcy od podpisania umowy.

Warunkiem włączenia do pracy operacyjnej oraz prawidłowej eksploatacji urządzeń radionawigacyjnych jest wykonanie ich kontroli z powietrza. W tym celu Siły Powietrzne pozyskały aparaturę kontrolno-pomiarową FIS i przystosowały trzy statki powietrzne do jej przenoszenia. Wszystkie pomoce radionawigacyjne zainstalowane na lotniskach sił zbrojnych są poddawane cyklicznym kontrolom z powietrza, które weryfikują parametry nawigacyjne oraz emitowane sygnały w przestrzeni powietrznej, a tym samym określenie przydatności poszczególnych urządzeń do zabezpieczenia operacji lotniczych.

Instalacja systemów lądowania GCA w najbliższych dziewięciu latach zakończy wymianę urządzeń radionawigacyjnych na wszystkich lotniskach Sił Zbrojnych RP. Tym samym będą one dostosowane do wymagań sojuszu północnoatlantyckiego.

KONSEKWENCJA W DZIAŁANIU

Wdrażanie nowoczesnych rozwiązań technicznych, takich jak systemy ACCS oraz ubezpieczenia lotów, stanowi wyzwanie szkoleniowe, organizacyjne czy logistyczne. Tylko świadomy i zaangażowany użytkownik może w pełni wykorzystała zaawansowaną technologię i możliwości przez nią stwarzane. W kolejnych latach czekają nas następne zadania, ale zaangażowanie personelu Sił Powietrznych w realizację tych przedsięwzięć pozwala mieć pewność, że osiągniemy nowe zdolności i spełnimy wymagania sojuszu północnoatlantyckiego. ■

Autor jest absolwentem WAT i studiów podyplomowych na tej samej uczelni. Służył, między innymi, jako dowódca plutonu w Węźle Łączności WLiOP, kierownik stacji łączności utajnionej, stacji teletransmisji, zastępca szefa WŁ WLOP ds. technicznych, szef Oddziału Systemów Łączności oraz zastępca szefa Zarządu Dowodzenia i Łączności. Obecnie jest szefem Zarządu Dowodzenia i Łączności w Dowództwie Sił Powietrznych.

Wymiana urządzeń radionawigacyjnych dostosowanych do wymagań NATO trwa od 2001 roku. Wszystkie lotniska interoperacyjne wyposażono już w systemy nawigacyjne TACAN oraz systemy lądowania według przyrządów ILS z DME.



płk nawig. dr
BOGDAN GREUDA
Akademia Obrony Narodowej

Bazy lotnicze pod ochroną

Obronę baz lotniczych należy rozpatrywać kompleksowo, jako obronę powietrzną, przed atakami z ziemi oraz skutkami użycia przez przeciwnika broni masowego rażenia.

Współczesne konflikty zbrojne rozpoczynają się od walki o przewagę w powietrzu, a komponentem sił zbrojnych, który ma tego dokonać, są siły powietrzne. Celem ich działania jest uzyskanie panowania w powietrzu nad danym regionem lub obszarem konfliktu przez niszczenie obrony powietrznej (OP) przeciwnika. Doświadczenia wskazują, że podstawowymi obiektami uderzeń będą przede wszystkim: stanowiska dowodzenia systemu OP, bazy lotnicze (lotniska), posterunki radiolokacyjne oraz stanowiska startowe pododziałów raketowych.

Najbardziej efektywnym działaniem staje się niszczenie statków powietrznych przeciwnika na lotniskach wraz z infrastrukturą, która jest niezbędna do ich obsługi i prawidłowego funkcjonowania. Zniszczenie lub czasowe zablokowanie bazy lotniczej ma znaczący wpływ na całą sytuację militarną, a także na możliwości wykorzystania własnych sił powietrznych w walce. W tych warunkach wzrasta rola i znaczenie obrony po-

wietrznej baz lotniczych jako elementu niezbędnego do zapewnienia swobody działań sił powietrznych.

ZAGROŻENIA

Środki napadu powietrznego przeciwnika w coraz większym stopniu zagrażają bazom lotniczym. Wynika to ze wzrostu możliwości bojowych współczesnych platform powietrznych, udoskonalonych sposobów ich bojowego użycia, a także roli przypisywanej współczesnym siłom powietrznym w konfliktach zbrojnych.

Obecnie statki powietrzne charakteryzują się dużym zasięgiem i precyzją uderzeń środków rażenia. Mogą atakować obiekty z dużych odległości, spoza stref ognia naziemnych środków obrony powietrznej. Ich bardzo dobre właściwości manewrowe i wyposażenie radioelektroniczne, w powiązaniu z powietrznymi systemami kierowania, umożliwiają wykonywanie uderzeń małymi i dużymi grupami w wypadku samolotów oraz pojedynczo, na przykład z wykorzystaniem

bezzałogowych statków powietrznych. Charakter i możliwości bojowe współczesnych platform lotniczych oraz środków raketowych wskazują, że mogą wykonywać uderzenia na całą głębokość ugrupowania obronnego, z dużych i małych wysokości oraz z różnych kierunków, a przez to – razić obiekty punktowe, takie jak na przykład lotniska.

Szczególne zagrożenie dla baz lotniczych i ich elementów stanowią środki bombardierskie do niszczenia pasów i umocnień betonowych. Zrzucone z małej wysokości, są ustawiane przez spadochron hamujący pod dużym kątem do płaszczyzny pasa startowego. Po osiągnięciu właściwej wysokości następuje odpalenie ładunku przyspieszającego, który nadaje głowicy bojowej prędkość około 400 m/s w momencie jej uderzenia w pas startowy. Przykładem działania tego typu są bomby lotnicze Durandal, BLU-106/B, SG-357 lub STABO, przenoszone w zasobnikach bombowych, na przykład MW-1, JP-233, SUU-4.

Innym rodzajem bomb lotniczych, stosowanych do uderzeń na obiekty baz lotniczych, są klasyczne bomby lotnicze. Osobliwe są bomby kierowane do zwalczania obiektów w bazach lotniczych. Zastosowane w nich układy naprowadzania pozwalają z dużą precyzją trafić w cel odległy o 20–40 kilometrów. Głowica bojowa tego typu bomb wybucha z opóźnieniem, wcześniej przebijając lub zagłębiając się w płaszczyznę obiektu uderzenia. Jako najskuteczniejszy środek rażenia uznano bomby kierowane laserowo typu GBU-27.

Odrębną grupę uzbrojenia samolotów bojowych stanowią środki artyleryjsko-raketowe. W ich skład wchodzi kierowane i niekierowane pociski raketowe. Wiele państw dysponuje różnymi typami pocisków kierowanych do zwalczania celów stacjonarnych i ruchomych¹. Zależnie od rodzaju głowic są odpalane z samolotu z zasady z lotu nurkowego pod różnymi kątami, z maksymalnej odległości od 13 do 40 kilometrów, minimalnej odległości od 0,5 do 5 kilometrów i minimalnej wysokości od 150 do 500 metrów.

Szczególne zagrożone kierowanymi pociskami raketowymi są obiekty baz lotniczych. Zagrożenie mogą również stanowić niekierowane pociski

raketowe, zwłaszcza dla samolotów znajdujących się poza ukryciami. W przyszłych działaniach przeciwnik prawdopodobnie zastosuje na dużą skalę zakłócenia elektroniczne, minowanie narzutowe oraz pociski (bomby) przeciwradiolokacyjne, na przykład typu H-58U.

Ze względu na wysokość, z jakiej są prowadzone ataki, uderzenia lotnicze dzielą się na: wykonywane z małych i bardzo małych wysokości oraz na uderzenia ze średnich i dużych wysokości – w razie braku silnego przeciwdziałania środków przeciwlotniczych przeciwnika lub wtedy, gdy samoloty uderzeniowe mają odpowiednie wsparcie przy pokonywaniu obrony przeciwlotniczej².

Pociski raketowe ziemia-ziemia do niszczenia celów powierzchniowych lub naziemnych stanowią bardzo niebezpieczny arsenał bojowy zdolny razić lotniska. Dlatego w wielu krajach dynamicznie rozwijała się nie tylko raketowa broń dalekiego zasięgu, ale i rakiety bliskiego zasięgu. Do środków tego typu należy zaliczyć rakietę średniego zasięgu SS-1 Scud, zaprojektowaną w celu rażenia szczególnie ważnych elementów ugrupowania bojowego przeciwnika oraz jego lotnisk. Inną raketą jest Iskander (NATO: SS-26 Stone) – lądowy pocisk balistyczny krótkiego zasięgu do uderzeń na ważne cele lądowe (środki ogniowe, samoloty i śmigłowce na lotniskach, węzły łączności, stanowiska dowodzenia itp.) oraz obiekty infrastruktury wojskowej.

Bezzałogowe statki powietrzne mogą przenosić uzbrojenie i atakować cele naziemne. Kolejność zwalczania obiektów w bazie lotniczej przez środki napadu powietrznego przeciwnika zależy od ustalonych priorytetów. Przede wszystkim będą niszczone startujące samoloty oraz środki obrony przeciwlotniczej, a także maszyny w schronohangarach lub obwałowaniach (ukryciach). Później droga startowa i droga kołowania wraz z płaszczyznami postoju samolotów. Zniszczenie lub czaso-

¹ M. Mikołajczuk, J. Gruszczyński: *Uzbrojenie ZSSR i Rosji. T. 1. Lotnicze systemy raketowe (rakiety powietrze-powietrze i powietrze-ziemia)*. Warszawa 2000, s. 34.

² *Taktyka lotnictwa myśliwsko-bombowego*. Poznań 1991, s.110.

we zablokowanie (np. przez minowanie) drogi startowej spowoduje całkowite unieruchomienie samolotów w bazie i skutecznie uniemożliwi lądowanie tych znajdujących się w powietrzu.

Dalsze działania przeciwnika powietrznego będą ukierunkowane na niszczenie stanowiska dowodzenia bazy, środków radiolokacyjnych i łączności. Dla lotnictwa uderzeniowego przeciwnika z kolei najważniejszym zadaniem będzie zniszczenie składu MPS i amunicji. Jeśli będzie przewidywał wykorzystanie lotniska do własnych celów, wówczas będzie zmierzał do jego przechwycenia przy możliwie najmniejszych zniszczeniach.

Należy zakładać, że w przyszłych działaniach przeciwnik będzie stosował częściej obezwładnianie niż całkowite niszczenie lotnisk. Obezwładnienie lotniska pozwoli wyłączyć je z działań na pewien okres, potrzebny do wykonania manewru, uchwycenia oraz wykorzystania przez własne lotnictwo.

KOMPONENT OGNIOWY

Obrona powietrzna bazy lotniczej jest zadaniem trudnym, gdyż łączy w sobie efektywną obronę przeciwlotniczą bazy z jednoczesnym zapewnieniem bezpieczeństwa własnemu lotnictwu w czasie startów i lądowań. Wyróżniamy w niej:

- obronę czynną (aktywną), która ma na celu udaremnienie lub zmniejszenie skuteczności działań przeciwnika powietrznego. Obejmuje: użycie oddziałów i pododdziałów z aktywnymi środkami walki oraz naziemnych niewyspecjalizowanych środków rażenia, a także prowadzenie rozpoznania powietrznego i stosowanie walki elektronicznej;

- obronę bierną (pasywną), czyli ogół przedsięwzięć ukierunkowanych na minimalizację skutków działań przeciwnika powietrznego dzięki alarmowaniu i ostrzeganiu, rozśrodkowaniu sił i środków, ochronie sprzętu (ukrycie), przedsięwzięciom walki elektronicznej (zabezpieczenie sprzętu elektronicznego przed impulsem elektromagnetycznym), maskowaniu oraz ograniczeniu promieniowania radioelektronicznego.

Analizując strukturę organizacyjną bazy lotniczej, należy dostrzec, że nie ma w niej zarówno pododdziałów, jak i uzbrojenia adekwatnych do

Zapewnić działanie

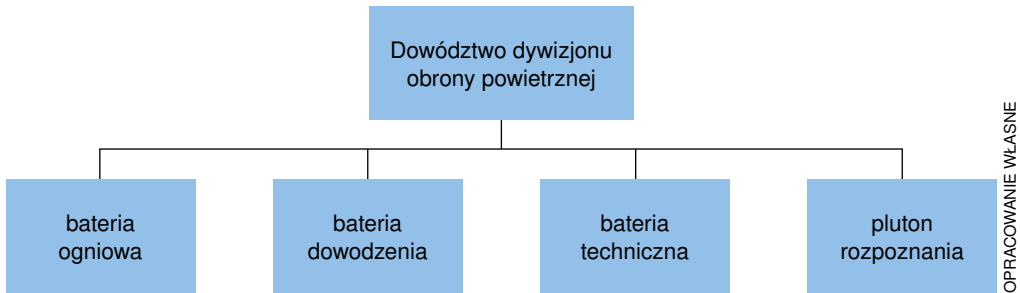
■ Celem obrony powietrznej baz lotniczych jest niedopuszczenie do tego, by środki napadu powietrznego przeciwnika zadały straty eskadrom lotniczym bazującym na lotnisku w bazie lotniczej, a zarazem stworzenie lotnictwu możliwości wykonywania zadań bojowych.

wykonywania zadań obrony powietrznej. Pojawia się zatem pytanie: jak zorganizować jej system obrony powietrznej, by zapewnił właściwą osłonę przed środkami napadu powietrznego przeciwnika?

Cel obrony powietrznej baz lotniczych może być osiągnięty w wyniku wypełnienia podstawowych funkcji obrony powietrznej: rozpoznania, zwalczania środków napadu powietrznego w powietrzu, sprawowania funkcji dowodzenia oraz zabezpieczenia logistycznego.

Przed wszystkim należałoby jednak stworzyć pododdziały stale przypisane do baz lotniczych, które posiadałyby strukturę organizacyjną oraz wyposażenie i uzbrojenie zapewniające ich realizację. Dlatego też dobrym rozwiązaniem byłoby powstanie, na przykład, dywizjonu obrony powietrznej bazy lotniczej, podporządkowanego dowództwu bazy lotniczej i składającego się z: baterii ogniowej, dowodzenia, technicznej oraz plutonu rozpoznania (rys. 1).

Bateria ogniowa może się składać z dwóch plutonów samobieżnych zestawów raketowych bliskiego zasięgu, plutonu przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych, a także plutonu



OPRACOWANIE WŁASNE

RYS. 1. Proponowana struktura organizacyjna dywizjonu obrony powietrznej

obrony bezpośredniej, wyposażonego w artylerię przeciwlotniczą oraz karabiny maszynowe.

Bateria dowodzenia składałaby się z trzech plutonów dowodzenia. Będzie ona głównym organem wykonawczym dowódcy dywizjonu w działalności planistycznej, szkoleniowej oraz kontrolno-rozliczeniowej. Jej siły będą również utrzymywały stanowiska dowodzenia obroną powietrzną bazy lotniczej w gotowości do rozwinięcia.

Bateria techniczna będzie wykonywała zadania zabezpieczenia technicznego baterii ogniowej, zwłaszcza przygotowywała pociski raketowe oraz zapewniała sprawność techniczną (eksploatacyjną) uzbrojenia.

Głównym zadaniem plutonu rozpoznania będzie organizacja posterunków rozpoznania wzrokowo-technicznego w rejonie obrony powietrznej bazy lotniczej.

FUNKCJONOWANIE SYSTEMU

Informacja o środkach napadu powietrznego powinna być pozyskiwana zarówno z autonomicznych stacji radiolokacyjnych zestawów raketowych, rozmieszczonych na lotniskach baz lotniczych, jak i z sieci rozpoznania systemu obrony powietrznej kraju. Stacje radiolokacyjne środków raketowych powinny dysponować urządzeniami zapewniającymi identyfikację przynależności statków powietrznych „swój-obcy”. Dodatkowym źródłem rozpoznania w rejonie baz lotniczych powinno być rozpoznanie wzrokowo-techniczne.

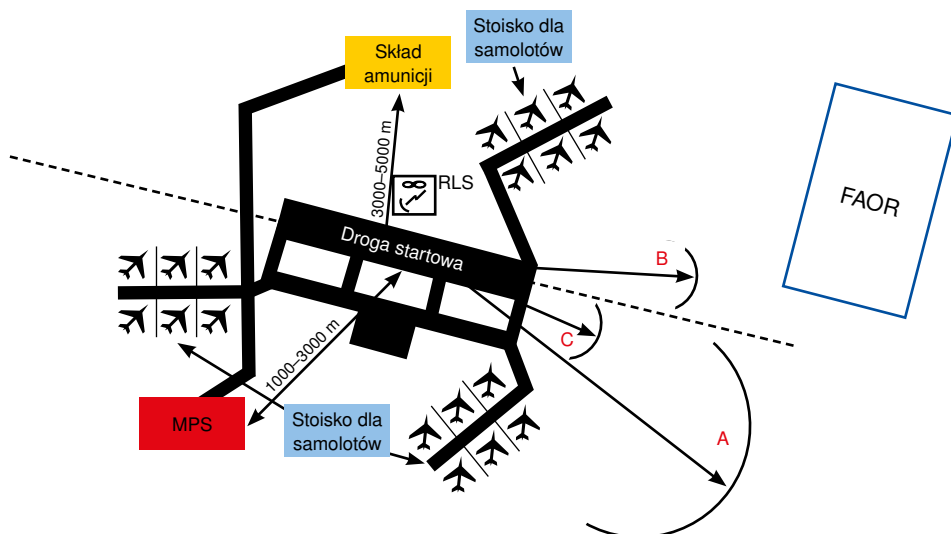
Informacje o wykrytych środkach napadu powietrznego należy przekazywać do stanowiska

dowodzenia bazy lotniczej z odpowiednim wyprzedzeniem, na rubieży zapewniającej dokonanie podziału celów powietrznych do zwalczania przez środki ogniowe. Powinny one zawierać dane dotyczące ich liczby, przynależności państwowej, typu samolotów, prędkości, wysokości, kierunku nalotu, rodzaju i sposobu prowadzenia zakłóceń, stosowanych manewrów i przewidywanego sposobu uderzenia na obiekty bazy lotniczej.

Zwalczanie środków napadu powietrznego w powietrzu wymaga zastosowania wielu aktywnych środków walki w obronie powietrznej baz lotniczych. Ich różnorodność powoduje nakładanie się stref ognia i umożliwia walkę ze ŚNP na różnych wysokościach i odległościach. Nie może tego spełnić jeden choćby najbardziej uniwersalny i najdoskonalszy środek obrony powietrznej.

O liczbie i rodzaju środków OP, wydzielonych lub przydzielonych do obrony, decydują ważność obiektu, jego charakter i stopień zagrożenia. System obrony powietrznej powinien zapewniać to, że środki ogniowe danej bazy lotniczej zniszczą ŚNP przeciwnika przed rubieżą użycia przez nich uzbrojenia pokładowego. Ponadto, system obrony bazy powinien umożliwić pełne wykorzystanie środków ogniowych znajdujących się zarówno na stanowiskach ogniowych głównych, jak i zapasowych, a ich obsługi powinny być chronione przed porażeniem odłamkami i pociskami.

Środki napadu powietrznego będą zwalczane przez aktywne środki obrony powietrznej. Można do nich zaliczyć: samoloty myśliwskie, środki raketowe i artyleryjskie oraz karabiny maszynowe (rys. 2).



- A – Przeciwlotniczy zestaw rakietowy krótkiego zasięgu
 B – Przenośny przeciwlotniczy zestaw rakietowy
 C – Przeciwlotnicze środki artyleryjskie

OPRACOWANIE WŁASNE

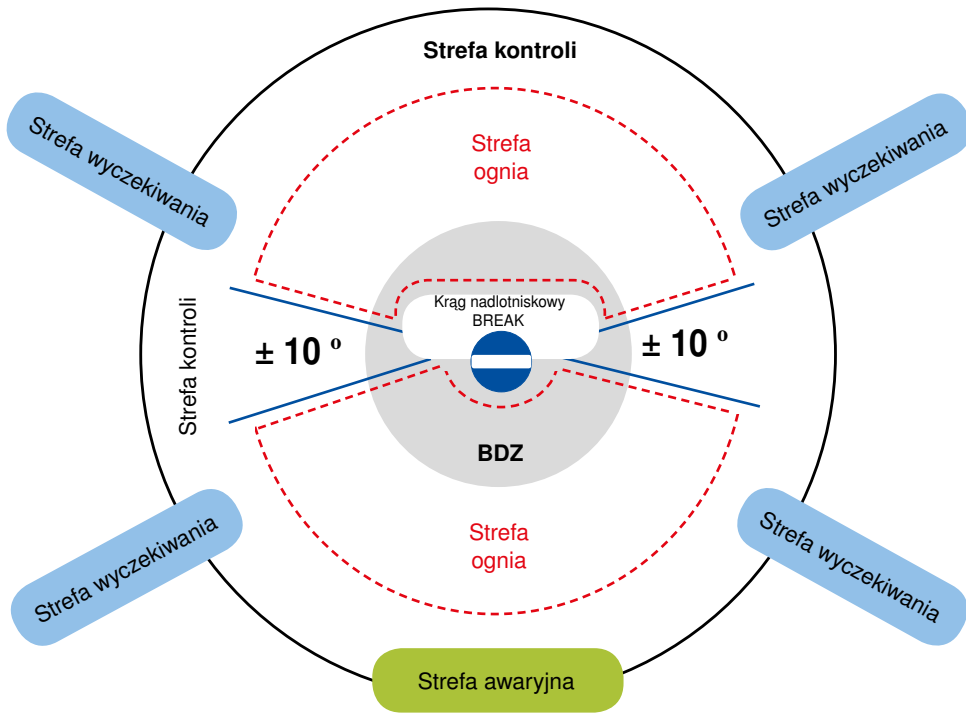
RYS. 2. Rozmieszczenie aktywnych środków walki w systemie obrony powietrznej bazy

Samoloty myśliwskie będą osłaniać bazy lotnicze dwoma sposobami. Pierwszy to dyżurowanie w powietrzu w wydzielonych strefach (FAOR). Inny sposób działań bojowych lotnictwa myśliwskiego to zwalczanie celów powietrznych z dyżurowania na lotniskach. Formy te mogą być stosowane przez lotnictwo myśliwskie, które dysponuje informacjami radiolokacyjnymi, zapewniającymi wykrycie i zwalczanie środków napadu powietrznego przed rubieżą wykonania przez nich zadania³. Samoloty myśliwskie będą naprowadzane z punktów naprowadzania usytuowanych w ośrodkach dowodzenia i naprowadzania lub z powietrznych punktów wykrywania i naprowadzania.

Niezmiernie efektywnym środkiem walki w obronie powietrznej baz lotniczych będą mobilne zestawy rakietowe bliskiego zasięgu, które mają możliwość wykrywania, śledzenia i niszczenia środków napadu powietrznego. Powinny być odporne na oddziaływanie ogniowe, rozpoznanie i zakłócenia radioelektroniczne przeciwnika. Aby zapewnić bezpieczeństwo własnym samolotom, środki obrony powietrznej baz lotniczych powinny mieć urządzenia identyfikacyjne „swój-obcy”.

Zdaniem autora, wymagania te mogą spełnić przeciwlotnicze zestawy rakietowe bliskiego zasięgu, takie jak: Roland, Rapier, HAWK, Crotale lub też nowy samobieżny zestaw przeciwlotniczy Poprad. Dodatkowo przy obiektach obrony powietrznej powinny się znajdować przenośne przeciwlotnicze zestawy rakietowe bliskiego zasięgu, na przykład Strzała-2M lub Grom, stanowiące uzupełnienie obrony powietrznej bazy. Przeciwlotnicze przenośne zestawy rakietowe powinny zwalczać środki napadu powietrznego w pierwszej kolejności w rejonach obiektów, przy których zostały rozmieszczone oraz w strefach „martwych” samobieżnych zestawów rakietowych. Wadą systemów rakietowych jest dość duża strefa martwa, która uniemożliwia zwalczanie obiektów w małej odległości od stanowiska ogniowego. Dlatego też

³ Rubież wykonania zadania – rubież, z której przeciwnik może wykonać uderzenie na obiekt za pomocą środków rażenia zniszczonych ogniem pododdziałów rakietowych. *Możliwości bojowe wojsk rakietowych sił powietrznych*. Warszawa, 1996, s. 42.



OPRACOWANIE WŁASNE

RYS. 3. Strefa obrony bazy lotniczej

wzrasta rola armat przeciwlotniczych, na przykład ZU-23-2, umieszczonych na środkach transportu, co ma im zapewnić mobilność. Armaty te mogą być doskonałym uzupełnieniem systemu obrony powietrznej bazy lotniczej. Wynika to z ich dużej szybkostrzelności, możliwości ciągłego zwalczania obiektów powietrznych, pokrycia strefy marowej systemów raketowych.

Skuteczność obrony baz lotniczych przed przeciwnikiem z powietrza będzie zależna również od efektywnego przeciwdziałania środkom i systemom walki elektronicznej (WE) przeciwnika, zakłócających pracę urządzeń radiolokacyjnych, oraz od sprawnego funkcjonowania elektronicznych systemów kierowania ogniem wyrzutni raketowych.

STREFY ODPOWIEDZIALNOŚCI

Właściwa organizacja systemu obrony powietrznej bazy lotniczej zależy również od środ-

ków proceduralnych. Zaliczyć do nich należy strefę obrony bazy (Base Defence Zone – BDZ). O jej aktywowanie i dezaktywowanie występuje z wnioskiem dowódca bazy lotniczej. Strefa obrony bazy jest uzgodniona i zawarta w rozkazie o kontroli przestrzeni powietrznej (Airspace Coordination Order – ACO). Stanowi ona wydzielony rejon w przestrzeni powietrznej nad lotniskiem oraz w jego pobliżu, w którym podejmuje się wszystkie działania mające na celu zniszczenie każdego nieautoryzowanego statku powietrznego. Oczywiście każdy przelot statku powietrznego przez nią musi być wcześniej uzgodniony, co do celu, czasu i wysokości przelotu.

Strefa obrony bazy obejmuje przedział wysokości od 0 do 3600 metrów, lecz w wypadku systemów o większych możliwościach bojowych granica wysokości jest ustalana według możliwości systemów i potrzeb (rys. 3). Przyjmuje się następujące jej rozmiary:

– w razie użycia przeciwlotniczej artylerii lufowej – w promieniu do 7 kilometrów od środkowego punktu drogi startowej;

– w wypadku użycia przeciwlotniczych zestawów raketowych typu Roland lub Rapier – w promieniu do 15 kilometrów od środkowego punktu drogi startowej;

– w razie użycia przeciwlotniczych zestawów raketowych typu HAWK – w promieniu do 15 kilometrów od środkowego punktu drogi startowej;

– w wypadku użycia przeciwlotniczych zestawów raketowych typu Nawa SC – w promieniu do 15–20 kilometrów – od środkowego punktu drogi startowej, chyba że promień BDZ zostanie inaczej ustanowiony w ACO lub innym dokumencie rozkazodawczym.

W odniesieniu do systemów o większym zasięgu wymiary strefy obrony bazy są kompromisem między zapewnieniem maksymalnego bezpieczeństwa bazy a swobodą lotnictwa operującego z tego lotniska.

Siłami obrony powietrznej powinno się dowodzić ze stanowiska dowodzenia obroną powietrzną bazy lotniczej. Organizuje się go tak, by miał bezpośredni kontakt lub łączność ze stanowiskiem kierowania lotami. Stanowisko dowodzenia obroną powietrzną bazy lotniczej powinno sprawować funkcję planistyczną i koordynującą w obronie powietrznej. Jego główne zadania powinny dotyczyć: planowania i organizacji obrony powietrznej w bazie lotniczej; organizowania współdziałania między siłami obrony powietrznej baz lotniczych oraz zbierania i przekazywania informacji o stanie i działalności sił obrony powietrznej bazy lotniczej. W czasie działań bojowych siły obrony powietrznej baz lotniczych powinny być włączone w system obrony powietrznej kraju i wykonywać zadania stawiane przez Centrum Operacji Powietrznych lub Ośrodek Dowodzenia i Naprowadzania.

Zabezpieczenie logistyczne jest realizowane z wykorzystaniem posiadanej infrastruktury i możliwości bazy lotniczej. Pod względem środków bojowych każdy dywizjon musi posiadać zapas rakiet „na sobie” oraz zapas taktyczny.

Zabezpieczenie logistyczne, w tym w rakiety, dywizjon realizuje autonomicznymi siłami i środkami, które zapewniają samodzielne funkcjonowanie.

KONIECZNOŚĆ ZMIAN

Baza lotnicza to istotny element w systemie obronnym państwa, gdyż ma możliwości do obsługi i odtwarzania zdolności bojowej statków powietrznych na stałe tam bazujących lub czasowo przebywających. Mogą to być zatem narodowe platformy powietrze, jak również i Sojuszniczych Sił Wzmocnienia. Dlatego też znaczenie baz lotniczych w działaniach bojowych sił powietrznych powoduje, że będą one jednymi z ważniejszych obiektów oddziaływania środków napadu powietrznego przeciwnika. W tych warunkach ogromnego znaczenia nabiera ich obrona powietrzna. Musi cechować się wysoką skutecznością, ciągłością i niezawodnością.

Obrona baz lotniczych przed atakami z powietrza wymaga zastosowania wielu aktywnych środków walki. Jednak trudno się doszukać w bazach lotniczych potencjału bojowego, który mógłby spełniać te kryteria. Brak w bazie lotniczej uzbrojenia przeciwlotniczego oraz pododdziałów przygotowanych do wykonywania zadań obrony powietrznej wymusza potrzebę podjęcia działań w kierunku ich organizacji. Należy także opracować stałe procedury operacyjne, w których będą określone szczegółowe zasady tworzenia strefy obrony bazy, procedury współdziałania lotnictwa i środków raketowych, dowodzenia i inne. Temu celowi należy nadać priorytet, gdyż samoloty bojowe, mimo doskonałego uzbrojenia, na ziemi są bezbronne i wymagają właściwej obrony zarówno przed zagrożeniami z powietrza, jak i z ziemi. ■

Autor jest absolwentem WOSL, AON oraz Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.

Doktor nauk wojskowych w specjalności siły powietrzne.

Uczestniczył w wielu ćwiczeniach narodowych i międzynarodowych oraz kursach specjalistycznych.

Był zastępcą dowódcy 6 BLot.

Obecnie jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym

w AON.



plk dr

PIOTR JUREK

Dowództwo Sił Powietrznych

Ewolucja przeciwlotnicza

System obrony powietrznej kraju musi skutecznie osłaniać przed uderzeniami środków napadu powietrznego zarówno zgrupowania wojsk, jak i ważne obiekty infrastruktury państwa.

Do zasadniczych zadań Wojsk Obrony Przeciwlotniczej Sił Powietrznych (WOPL SP) należy osłona ważnych obiektów i centrów administracyjno-gospodarczych państwa oraz potencjału bojowego Sił Powietrznych. Są one przystosowane do prowadzenia działań bojowych w operacjach narodowych, sojuszniczych i koalicyjnych w ramach systemu obrony powietrznej RP oraz zintegrowanego systemu obrony powietrznej (NATO Integrated Air Defence System – NATINADS).

STRUKTURA ORGANIZACYJNA

W strukturze Sił Powietrznych Wojska Obrony Przeciwlotniczej są obecne od 1990 roku, kiedy po połączeniu dwóch rodzajów sił zbrojnych – Wojsk Lotniczych i Wojsk Obrony Powietrznej Kraju – powstały Wojska Lotnicze i Obrony Powietrznej, przemianowane później na Siły Powietrzne.

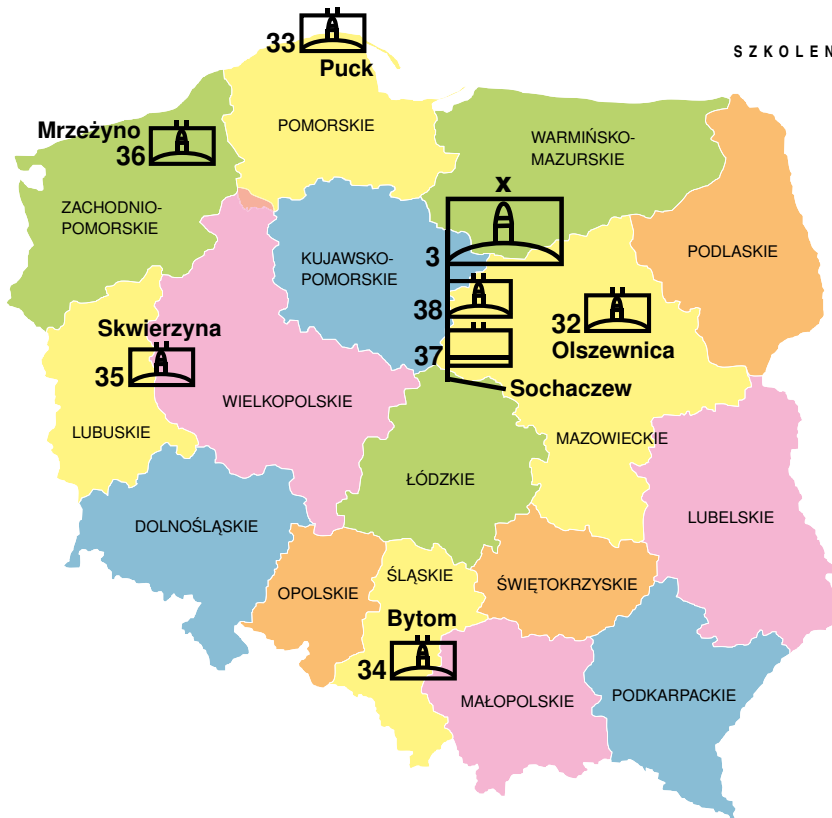
W 2011 roku przeformowano całą strukturę WOPL SP. Na bazie rozwiązanych 1 Śląskiej Brygady Raketowej OP, 3 Warszawskiej Brygady Raketowej OP i 61 Skwierzyńskiego Pułku Raketowego OP oraz 78 Mrzeżyńskiego Pułku Raketowego powstała 3 Warszawska Brygada Raketowa OP o nowej strukturze. Składa się ona z: dowództwa, 32, 33, 34, 35, 36, 37 dywizjonu ra-

kietowego OP oraz 38 Dywizjonu Zabezpieczenia Obrony Powietrznej (dzab.) – rys.

W każdym dywizjonie raketowym występują trzy zespoły ogniowe (ZO), wyposażone w zestawy raketowe S-125 Nawa SC. Tylko 36 dr OP ma dwa zestawy raketowe Nawa-SC i jeden zestaw dalekiego zasięgu S-200C Wega. Zespoły te zajmują się szkoleniem bojowym i utrzymywaniem sprawności technicznej sprzętu. Zadania mobilizacyjne oraz planowanie stały się domeną wspólnego dla nich Sztabu Dywizjonu. Dzięki utworzeniu „triad” uzyskano – w sposób organizacyjny – wielokanałowość: z jednego stanowiska dowodzenia dowódca dywizjonu może kierować równocześnie zwalczaniem trzech celów powietrznych przez trzy podległe mu zespoły ogniowe.

Reorganizacja struktury WOPL SP skutkowałą likwidacją jednostek w miejscowościach uznanych za nieperspektywiczne. Z końcem 2012 roku Sztab Brygady wraz z 38 Dywizjonem Zabezpieczenia OP dyslokowano do Sochaczewa, do odnowionych koszar użytkowanych dotychczas przez 37 Dywizjon Raketowy OP. To ostatecznie zakończyło reorganizację Wojsk Obrony Przeciwlotniczej Sił Powietrznych.

W 2011 roku zmiany etatowo-organizacyjne dotknęły wszystkich żołnierzy WOPL SP. O ich skali najlepiej świadczy fakt, że sto procent



ROZMIESZCZENIE JEDNOSTEK 3 Warszawskiej Brygady Raketowej

sprzętu jednostek tych wojsk zmieniło użytkowników. Wymagało to bezpiecznego przemieszczenia na terenie kraju setek pojazdów, egzemplarzy sprzętu zasadniczego i urządzeń. Najważniejszym osiągnięciem przeciwlotników Sił Powietrznych było to, że w reorganizowanych jednostkach jednocześnie wykonywano zadania bojowe, takie jak dyżury bojowy w ramach wzmocnienia systemu obrony powietrznej podczas mistrzostw w piłce nożnej Euro 2012, prowadzono planowe szkolenie bojowe, w czasie ćwiczeń „Anakonda ’12” na ocenę bardzo dobrą wykonano strzelania bojowe.

PERSPEKTYWY ROZWOJU

Lata 2012–2013 były i są dla przeciwlotników Sił Powietrznych okresem kolejnych wielu przedsięwzięć w zakresie modernizacji technicznej. 3 Warszawska Brygada Raketowa OP odebrała na początku 2013 roku obiekty mobilnego systemu dowodzenia i kierowania na szczeblu brygady obrony powietrznej (SAMOC), czyli stanowiska dowodzenia SDP-20 i SDP-10N, umożliwiające

prowadzenie walki we współpracy z systemami przeciwlotniczymi innych armii sojuszu. Dotychczasowe badania dowiodły, że SDP-20 i SDP-10N mogą korzystać z systemu transmisji danych Link-11B i pracować w zintegrowanym systemie obrony przestrzeni powietrznej.

W maju 2012 roku 35 Dywizjon Raketowy OP otrzymał zmodyfikowane w Wojskowych Zakładach Elektronicznych SA stacje naprawdzania rakiet. Orężem poprzednika tej jednostki, 61 Pułku Raketowego OP, były zestawy 2K11 Krug (wycofane z użytkowania wraz z rozwiązaniem pułku), teraz dywizjon eksploatuje nowe dla skwierzyńskich przeciwlotników zestawy S-125 Newa SC.

Modyfikacja polegała przede wszystkim na wymianie przestarzałych komputerów i oprogramowania kabin dowodzenia i naprowadzania (KDN). Wprowadzono także wiele zmian, w tym przejście na zasilanie 24V, możliwość zapisu na twardym dysku „zrzutów” z ekranów stacji naprowadzania rakiet bez zmiany funkcjonalności stanowisk w KDN.

Efektywny czas

Przez ponad dwa lata, w czasie rotacyjnego pobytu baterii Patriot w naszym kraju, specjaliści z brygady i dywizjonów raketowych pod kierunkiem mjr. Marka Lisa z SWOPLiRt szkolili się wraz z amerykańskimi kolegami, przygotowując się do ich obsługi. Nasi specjaliści osiągnęli bardzo wysokie wyniki. Zdobyte doświadczenie za procentuje, gdy nowoczesny sprzęt przeciwlotniczy pojawi się w jednostkach WOPL SP.

30 maja 2012 roku na Centralnym Poligonie Sił Powietrznych przeprowadzono doświadczalne strzelania z przeciwlotniczych zestawów raketowych Newa SC po remoncie głównym z modyfikacją. Strzelania wykonały trzy zestawy raketowe. Ich celem była praktyczna weryfikacja wyników badań typu stacji naprowadzania raket pwr Newa SC po remoncie głównym z modyfikacją kabin dowodzenia i naprowadzania. Strzelania zakończyły się wynikiem pozytywnym – pokazały poprawność wykonania zmian konstrukcyjnych i programowych oraz potwierdziły zdolność bojową zestawu i słuszność przeprowadzonej modyfikacji.

Sprawdzono kolejne trzy stacje naprowadzania raket po remoncie wykonanym w Wojskowych Zakładach Elektronicznych w maju 2013 roku. Wszystko to odbyło się z udziałem specjalistów Wydziału Mechatroniki Wojskowej Akademii Technicznej, bez których zmiany w sprzęcie nie byłyby możliwe.

We wrześniu 2012 roku na Centralnym Poligonie Sił Powietrznych Wojska OPL po raz pierwszy wykonały strzelania do imitatorów celów powietrznych (ICP) z programowalną trasą

lotu dla bezałogowych statków powietrznych JM-7 Szogun. Otworzyło to nową kartę w prowadzeniu ćwiczeń WOPL SP, ćwiczeń o jeszcze wyższym poziomie bezpieczeństwa, w których można bardziej skomplikować sytuację taktyczną, pozwalającą zwiększyć wymagania w stosunku do stanowisk kierowania walką związku taktycznego oraz obsług zestawów raketowych.

W nadchodzących latach w modernizacji technicznej WOPL SP zakłada się pozyskanie nowoczesnych systemów przeciwlotniczych, które powinny zapewnić:

- zwalczanie środków napadu powietrznego (ŚNP) – samolotów lotnictwa taktycznego, raket manewrujących, TBM, bezałogowych statków powietrznych, w tym również o bardzo małej skutecznej powierzchni odbicia ($\leq 0,1 \text{ m}^2$);

- zdolność do odparcia zmasowanego uderzenia ŚNP;

- możliwość zwalczania celów grupowych;

- zwalczanie celów na małych i skrajnie małych wysokościach;

- możliwość zwalczania celów powietrznych niewidocznych bezpośrednio z wyrzutni, na podstawie danych z innego radaru (*non line of sight*).

Wymagania operacyjne dotyczące nowego systemu raketowego średniego, krótkiego i bliskiego zasięgu zdefiniowano w procesie identyfikacji potrzeb operacyjnych. Obecnie trwają prace nad wstępnymi założeniami taktyczno-technicznymi nowego uzbrojenia.

ZASADNICZE UZBROJENIE

Przeciwlotniczy zestaw raketowy krótkiego zasięgu S-125SC Newa SC jest polską modernizacją zestawu S-125 Newa przeprowadzoną w Wojskowych Zakładach Elektronicznych przy współudziale naukowców z Wojskowej Akademii Technicznej oraz specjalistów 1 Bazy Materiałowo-Technicznej.

Zestaw ten jest przeznaczony do niszczenia (rażenia) obiektów powietrznych, a w wyjątkowych wypadkach celów naziemnych i nawodnych. Może działać w zautomatyzowanym systemie dowodzenia. Współpracuje w zakresie przesyłania informacji radiolokacyjnej ze stacjami wstępnego wykrywania operującymi w systemach cyfro-

wych. Dysponuje systemem identyfikacji IFF (swój-obcy). Jest przystosowany do przemieszczania się na bliskie odległości z raketami na wyrzutniach i kolumną antenową zwiniętą do położenia marszowego na małe odległości na podwoziu MAZ 543.

W skład zestawu wchodzi:

- stacja naprowadzania rakiet SNR-125SC wraz kabiną dowodzenia i naprowadzania KDN-125SC na podwoziu kołowym MAZ 543 i kolumną antenową UW600SC;
- trzy wyrzutnie czterobelkowe W-125SC na podwoziu gąsienicowym;
- stacja radiolokacyjna P-18;
- połowa stacja zasilania PSZ-125SC (z agregatem 100 kW);
- ruchomy warsztat naprawczy stacji naprowadzania rakiet z zestawem części zamiennych;
- cztery samochody transportowo-załadowcze PR-14SC, każdy do przewozu i załadowania dwóch rakiet;
- rakiety 5W27U/D;
- środki łączności, kable energetyczne i sterujące, zespoły części zamiennych i inne wyposażenie pomocnicze.

Zestaw ten, mimo że projektowany do zwalczania zagrożeń lat sześćdziesiątych, siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku, znakomicie daje sobie radę także we współczesnych uwarunkowaniach. Duża odporność na zakłócenia elektroniczne, możliwość zwalczania celów na dużych wysokościach, nawet w porównaniu ze współczesnymi zestawami raketowymi krótkiego zasięgu, możliwość pracy w środowisku sieciocentrycznym sprawiają, że wciąż jest groźnym systemem przeciwlotniczym, który pozostanie w linii do czasu pozyskania nowych systemów przeciwlotniczych.

Przeciwlotniczy zestaw raketowy dalekiego zasięgu S-200 C Wega. W jego skład wchodzi: radiolokacyjna stacja podświetlania celu, kabina przedstartowego przygotowania rakiet, sześć wyrzutni 5P72WE, wózki załadowcze i źródła zasilania. Zestaw znajduje się w wyposażeniu 36 Dywizjonu Rakietowego OP. Uzbrojony jest w rakiety półaktywne typu 5W28E z głowicami konwencjonalnymi, napędzane jednostopnio-

wym silnikiem na paliwo płynne z regulowaną siłą ciągu. Start rakiety wspomagają cztery silniki startowe na paliwo stałe. Zasięg rakiet, mimo że zestaw najlepsze lata ma już za sobą, wciąż budzi respekt.

Zestaw Wega-C powstał w wyniku modernizacji zestawu S-200WE. Ukierunkowano ją na spełnienie następujących wymagań:

- dywizjony ogniowe powinny mieć możliwość autonomicznego prowadzenia działań bojowych, także na oddalonych od siebie stanowiskach ogniowych;
- zmodernizowana aparatura powinna umożliwić odebranie i zobrazowanie informacji o sytuacji powietrznej dystrybuowanej w formacie cyfrowym z najbliższego posterunku radiolokacyjnego lub węzła dostępowego;
- poprawę parametrów technicznych zestawu, dzięki zastosowaniu cyfrowych metod obróbki sygnału, odnośnie do możliwości poszukiwania celu i zwiększenia odporności na zakłócenia radioelektroniczne.

Przenośny przeciwlotniczy zestaw raketowy bliskiego zasięgu Grom. Jest przeznaczony do zwalczania samolotów i śmigłowców w warunkach występowania naturalnych i sztucznych zakłóceń termalnych, na kursach spotkaniowych i oddalania w strefie rażenia. Operator zestawu (strzelec przeciwlotnik) wystrzeliwuje raketę z ramienia – w postawie strzeleckiej, stojąc lub klęcząc, z przygotowanych wcześniej stanowisk startowych lub ze stanowisk tymczasowych (środków pływających, dachów budynków itp.) – oraz z pojazdów poruszających się po równym terenie. Operator zestawu może również wystrzelić raketę, gdy sam stosuje indywidualne środki obrony przeciwhemicznej. Zestaw w czasie marszu przenosi się na pasie przewieszonym przez plecy.

Duża odporność na wstrząsy pozwala przewozić zestawy wszystkimi rodzajami pojazdów oraz desantować je z samolotów transportowych.

Zestawem raketowym czwartej generacji Grom można także zwalczać śmigłowce w zawisie. Skuteczny jest w niszczeniu celów powietrznych zarówno na kursach zbliżeniowych, jak i w pogoni, ma dobrą dyskryminację celów prawdziwych od pozornych i wysoką odporność na zakłócenia.

Wysoka efektywność zestawu wynika z:

- skreślenia rakiety na początkowym odcinku toru lotu dzięki sterowaniu gazodynamicznemu (nie wymaga wprowadzania kątów wyprzedzenia i podniesienia);
- selekcji celów w warunkach zakłóceń termicznych i modulowanych;
- wysokiej dokładności naprowadzenia;
- wprowadzenia na ostatnim odcinku lotu rakiety przesunięcia jej punktu trafienia w najbardziej wrażliwe zespoły celu;
- zagłębionego wybuchu części bojowej z wykorzystaniem do detonacji resztek paliwa (wybuch części bojowej wewnątrz celu).

Armata przeciwlotnicza ZU-23-2. Jest przeznaczona do zwalczania celów nisko lecących w od-

ległości do 2,5 kilometra. Może również razić cele lekko opancerzone lub siłą żywą. Wykorzystywana jest do bezpośredniej osłony wojsk i ważnych obiektów przed atakiem z powietrza. Uzupełnia zestawy Grom w systemie bezpośredniej osłony przeciwlotniczej. Ar-

mata będzie poddana remontowi z modernizacją i stanie się środkiem ogniowym zestawu artylerijsko-rakietowego Pilica.

ORGAN PLANISTYCZNY

Merytoryczny nadzór nad działalnością 3 Warszawskiej Brygady Rakietowej OP, zwłaszcza nad szkoleniem specjalistycznym i sprawnością sprzętu rakietowego, sprawuje Szefostwo Wojsk OPL i Radiotechnicznych, które jest częścią Pionu Szkolenia Dowództwa Sił Powietrznych. Uczestniczy ono również, oprócz wielu innych zadań, w planowaniu rozwoju i modernizacji Sił Powietrznych w odniesieniu do obrony przeciwlotniczej.

Szefostwo Wojsk OPL i Radiotechnicznych powstało z połączenia Szefostwa WOPL i Szefostwa WRT i składa się z czterech oddziałów. W części przeciwlotniczej jest odpowiedzialne za

nadzorowanie szkolenia specjalistycznego jednostek przeciwlotniczych oraz operacyjno-taktycznego dowództw i sztabów jednostek szczebla taktycznego. Odpowiada za opracowywanie założeń organizacyjno-metodycznych i programów strzelań bojowych. Nadzoruje właściwe wykorzystanie uzbrojenia oraz monitoruje jego stan techniczny. Sprawuje nadzór nad szkoleniem w Centrum Szkolenia SP i wykorzystaniem Centralnego Poligonu SP.

Oddział Eksploatacji Sprzętu Bojowego WOPL nadzoruje utrzymanie sprawności technicznej, modernizacji uzbrojenia i sprzętu wojskowego, uczestniczy w realizacji prac rozwojowych i wdrożeniowych oraz organizuje i koordynuje badania eksploatacyjno-wojskowe, bierze udział w opracowywaniu wymagań taktyczno-technicznych dla nowych typów uzbrojenia i sprzętu wojskowego, uczestniczy w określeniu i planowaniu potrzeb dotyczących dostaw, remontów oraz realizacji napraw, współpracuje z komórkami organizacyjnymi Inspektoratu Wsparcia SZ, zakładami produkcyjnymi oraz wojskowymi i cywilnymi instytucjami badawczymi.

Oddział Wojsk Obrony Przeciwlotniczej zajmuje się szkoleniem specjalistycznym w jednostkach Wojsk OPL, przygotowaniem pododdziałów do udziału w ćwiczeniach narodowych i sojuszniaczych. Koordynuje rozwój i modernizację bazy szkolenia specjalistycznego w jednostkach i ośrodkach szkolenia oraz rozwój infrastruktury wojskowej. Wspólnie z Oddziałem Eksploatacji Sprzętu Bojowego WOPLiRt kontroluje przygotowanie jednostek rakietowych i pododdziałów przeciwlotniczych WOPL do realizacji zadań poligonowych oraz poziom ich wyszkolenia przed wykonywaniem strzelań bojowych. ■

Autor jest absolwentem WAT, studiów podyplomowych na tej samej uczelni i Studium Polityki Obronnej w Air University. Służbę rozpoczął w 26 BRONK w 40 drOP na stanowisku oficera naprowadzania. Następnie był oficerem szkolenia w sztabie brygady, specjalistą w Oddziale Szkolenia Szefostwa WOPL, zastępcą dowódcy w 3 BRONK oraz szefem WOPL Sił Powietrznych.

Od 2013 r. na stanowisku szefa Wojsk Obrony Przeciwlotniczej i Radiotechnicznych Sił Powietrznych.

W 2014 roku Wojska Obrony Przeciwlotniczej Sił Zbrojnych, w tym WOPL SP, zostaną podporządkowane Zarządowi Obrony Powietrznej i Przeciwrakietowej Dowództwa Generalnego.



ppłk **BOGUSŁAW
ATALSKI**
Centralny Poligon
Sił Powietrznych



ppłk **PIOTR
WOŹNICA**
Centralny Poligon
Sił Powietrznych

Zabezpieczenie szkolenia bojowego

Na Centralnym Poligonie Sił Powietrznych stwarza się takie warunki, aby żołnierze, dowódcy, sztaby oraz pododdziały zdobywali umiejętności zbliżone do tych, które mogą zaistnieć na polu walki.

Głównym celem szkolenia sił zbrojnych jest przygotowanie dowództw, sztabów i wojsk do osiągnięcia i utrzymania wymaganych zdolności operacyjnych oraz żołnierzy do wykonywania zadań zgodnie z kompetencjami i obowiązkami wynikającymi z zajmowanych stanowisk służbowych. Osiągnięcie celów szkolenia jest uzależnione od skuteczności i sprawności szkolenia oraz od konsekwentnego realizowania zadań szkoleniowych przez poszczególne organy dowodzenia i osoby funkcyjne odpowiedzialne za jego przebieg i właściwe zorganizowanie.

Szkolenie programowe odbywa się w warunkach garnizonowych z wykorzystaniem bazy gabinetowej (laboratorium) i przykoszarowych placów ćwiczeń oraz lotnisk, a także ośrodków szkolenia poligonowego.

Celem szkolenia poligonowego jest podwyższenie sprawności bojowej pododdziału. W jego ramach realizuje się ćwiczenia taktyczne, programowe strzelania bojowe, zajęcia z użyciem substancji niebezpiecznych oraz inne, które nie

są możliwe do przeprowadzenia w warunkach garnizonowych.

Szkolenie poligonowe prowadzi się etapowo – jako sprawdzenie indywidualnych (zespołowych) umiejętności zwalczania sił i środków przeciwnika w ramach struktur organizacyjnych i zadań bojowych, szkolenie w zgrupowaniach specjalistycznych oraz realizację ćwiczeń taktycznych ze zgrzywaniem systemu walki (włącznie).

ROLA SZKOLENIA BOJOWEGO

Przygotowanie i doskonalenie osób funkcyjnych w przeciwnolotnych związkach taktycznych (ZT), oddziałach i pododdziałach jest związane z ich szkoleniem bojowym, obejmującym, między innymi: zasady strzelania i kierowania ogniem, szkolenie taktyczne i ogniowe.

Dzięki szkoleniu bojowemu szkoleni powinni zdobyć umiejętności¹:

¹ *Centralny Poligon WLOP Ustka*. Red. J.W. Kobierski. Sygn. WLOP 338/2004. Warszawa 2004.

Misja

■ Centralny Poligon Sił Powietrznych to wyodrębniony z terytorium państwa teren przeznaczony do:

- modelowania i badania w czasie pokoju przedmiotu poznania, jakim jest walka zbrojna, oraz warunków, w których ona przebiega;
- planowania, organizowania, prowadzenia i obiektywnej kontroli strzelań bojowych w warunkach zbliżonych do realnego pola walki;
- tworzenia na podstawie poznanych prawidłowości warunków do szkolenia bojowego pododdziałów, oddziałów i związków taktycznych sił zbrojnych.

- utrzymywania stałej gotowości bojowej do wykonania zadań bojowych (rozpoznania, ogniowych, zabezpieczenia logistycznego i przemieszczania) w walce;

- interpretowania i wykorzystywania zasady organizacji rozpoznania i stawiania zadań – wskazywania celów do zniszczenia;

- wykorzystywania sposobów wykonywania zadań ogniowych z miejsca, krótkich przystanków i kolejnych rubieży podczas realizacji osłony obiektów ze stałych stanowisk i metod towarzyszenia w natarciu i w specyficznym środowisku walki;

- określania cech świadczących o charakterze funkcjonowania obiektów powietrznych, w tym sposobów działania środków napadu powietrznego (ŚNP) na ważne obiekty;

- stosowania zasad walki z ŚNP;

- dokładnego i szybkiego wykonywania wszystkich komend i składania meldunków zgodnie z procedurami;

- pokonywania różnego rodzaju zapór inżynierskich i przeszkód terenowych;

- działania w terenie skażonym oraz podczas wybuchu jądrowego;

- prowadzenia działań bojowych we wszystkich porach roku, różnych warunkach atmosferycznych w dzień i w nocy.

W wyniku szkolenia bojowego pododdziały przeciwlotnicze, oddziały i związki taktyczne powinny osiągnąć zdolność do wykonania zadań bojowych na współczesnym i przyszłym polu walki. Przesłankami do tego są rezultaty zadań ogniowych prowadzonych na Centralnym Poligonie Sił Powietrznych. Warunki ich realizacji są przedstawione w programach strzelań Wojsk Obrony Przeciwlotniczej.

ELEMENTY PRZESTRZENNE

Centralny Poligon Sił Powietrznych, jako wyznacznik rzeczywistości pola walki, jest położony w północnej części naszego kraju, w pasie wydm nadmorskich między Ustką a Jarosławcem. Jego obszar w części lądowej obejmuje 2704,8 ha, długość mierzona wzdłuż wybrzeża morskiego wynosi 15 kilometrów, głębokość 1–5 kilometrów.

Do części lądowej poligonu przylegają strefy morskie o symbolach S-6 (P-20), S-6a (P-21), S-6b (P-24), które w czasie ćwiczeń i wykonywania zadań ogniowych są zamykane dla żeglugi i rybołówstwa oraz poligonu Marynarki Wojennej o symbolach P-22, P-23 ogłaszane jako niebezpieczne dla żeglugi i rybołówstwa. Głębokość strefy nr 6 wynosi 22 kilometry, szerokość do 34 kilometrów, głębokość poligonu P-22 wynosi 32 kilometry, szerokość do 35 kilometrów, natomiast głębokość poligonu P-23 to 46 kilometrów, szerokość do 45 kilometrów. Jego granicę powietrzną stanowi strefa EP D53.

Na terenie poligonu znajdują się obiekty szkolenia specjalistycznego (rys.) i stanowiska ogniowe (o utwardzonej nawierzchni) do wykonywania zadań ogniowych w ramach szkolenia bojowego.

Można ponadto wyróżnić: punkt dowódczo-obsługowy (SO-3); budynek, w którym urzęduje się miejsce pracy kierownictwa ćwiczeń, zespołu bezpieczeństwa i odpalania celów powietrznych (SO-9); obiekty zabezpieczenia logistycznego.

Ćwiczenia z wojskami i zadania ogniowe są wykonywane przez cały rok od godziny piątej



ARCHIWUM AUTORÓW

ROZMIESZCZENIE OBIEKTÓW SZKOLENIOWYCH i stanowisk ogniowych na CPSP

do drugiej następnego dnia (z wyjątkiem lipca) – zgodnie z *Planem wykorzystania CP SP Ustka* (załącznik do *Planu zasadniczych przedsięwzięć SP RP*), opracowywanym na każdy rok kalendarzowy zgodnie z programami szkolenia wojsk. Na podstawie terminów realizacji przedstawionych zamierzeń dowódca Marynarki Wojennej ogłasza terminy zamknięcia dla żeglugi i rybołówstwa stref morskich nr 6, 6a i 6b oraz jako niebezpieczne dla żeglugi i rybołówstwa poligony P-22, P-23. Informacje te są przekazywane do wiadomości publicznej w „Wiadomościach Żeglarskich” oraz „Ostrzeżeniach Nawigacyjnych”.

UWARUNKOWANIA POLIGONU

Z naziemnym systemem obrony powietrznej (OPL) są związane następujące cechy:

- dotyczące stref startu (bliższa i dalsza granica strefy startu oraz górna i dolna jej granica),
- odnoszące się do stref ognia (bliższa i dalsza granica strefy ognia oraz górna i dolna jej granica),
- donośność pocisku,
- czas samolikwidacji,
- odległość wykrycia celu.

Strzelania doświadczalne i bojowe zaliczeniowe z przeciwlotniczych zestawów raketowych wykazały konieczność zastosowania układów zabezpieczających, które zapewniłyby bezpieczeństwo strzelającym i otoczeniu, i umożliwiły zniszczenie celu powietrznego lub samolikwidację rakiety w strefie morskiej nr 6 (w odległości do 17 kilometrów od stanowiska ogniowego).

Układy zabezpieczające pozwalają na wykonanie na poligonie zadań ogniowych z przeciwlotniczych zestawów raketowych, których możliwości taktyczne znacznie przekraczają rozmiary strefy morskiej nr 6 (głębokość strefy 22 kilometry). Jedne odgrywają rolę kontrolera lotu rakiety i nadzorują podstawowe sygnały określające jej lot, a w sytuacjach uznanych za niebezpieczne dokonują samolikwidacji rakiety, drugie natomiast przerywają obwód przejścia komendy START – w razie wyjścia prowadnic wyrzutni danego typu zestawu poza dozwolony sektor (wycinek) wykonywania zadania ogniowego.

Do sytuacji niebezpiecznych należy zaliczyć:

- brak sygnałów odzewowych dla rakiet lub sygnałów przechwyty celu na startowym, niekierowanym odcinku lotu rakiety;

- przerwanie procesu naprowadzania na marszowym odcinku lotu rakiety;
- uszkodzenie zespołu zasilającego rakietę;
- przekroczenie dopuszczalnego dla poszczególnego typu rakiety jej czasu lotu;
- start rakiety z wyrzutni poza dozwolony wyściniek (sektor) wykonywania zadań ogniowych.

Układy zabezpieczeń likwidują rakietę za pomocą jej fabrycznych elementów pobudzających, to znaczy mechanizmu zabezpieczająco-wykonawczego (MZW) i głowicy bojowej.

WYKONYWANIE ZADAŃ OGNIOWYCH

Pracę naziemnych systemów obrony powietrznej (OPL) determinują dwie grupy czynników:

- czynniki strukturalne, wyrażone liczbą elementów uczestniczących w procesie wykonywania bojowych zadań ogniowych, jakością realizacji zarówno między elementami systemów OP (OPL), jak i jego otoczeniem, odpornością stanowisk na zakłócenia w pracy;

- czynniki metodologiczne, takie jak: algorytm działania w czasie wykonywania bojowego zadania ogniowego; algorytm działania poszczególnych elementów; algorytmy i programy stosowane w celownikach, przelicznikach i komputerach; ustalony priorytet zadań; poziom wyszkolenia obsługi.

Elementy, które wpływają na możliwości poligonu, dotyczące wykonywania zadań ogniowych to, między innymi:

- jego położenie i rozmiary;
- rozmiary przyległych stref morskich i poligonów Marynarki Wojennej;
- rozmiary dozwolonych wycinków (stref) wykonywania zadań ogniowych;
- ukształtowanie wybrzeża (szerokość plaży);
- wykonywanie zadań ogniowych w różnych warunkach pogodowych, o każdej porze roku i doby;
- stan bazy szkoleniowej (stanowiska ogniowe, ośrodki szkolenia);
- rodzaj i liczba imitatorów celów powietrznych;
- charakterystyki taktyczno-techniczne środków ogniowych wykonujących zadania ogniowe;
- możliwość jednoczesnego wykonywania zadań ogniowych z kilku stanowisk ogniowych;

- możliwość jednoczesnego prowadzenia szkolenia bojowego przez różne rodzaje sił zbrojnych i wojsk;

- lot imitatora celu powietrznego, na który będzie oddziaływał ogniowo zestaw przeciwlotniczy
- może się odbywać tylko z kierunku morza (z północy) i kończyć przed dolotem do części lądowej poligonu;

- zewnętrzne źródła informacji o sytuacji powietrznej;

- uwarunkowania szkolenia bojowego;

- ograniczenia ekologiczne (wydmy nadmorskie podlegają ścisłej ochronie);

- możliwość wykonywania zadań w warunkach zbliżonych do przyszłego pola walki.

ISTOTNY ELEMENT

Ćwiczenia taktyczne z wojskami to jeden z najlepszych, praktycznych sprawdzianów stopnia wyszkolenia bojowego. I do tego służy Centralny Poligon Sił Powietrznych. Oprócz tego na poligonie można:

- weryfikować i badać nowe systemy uzbrojenia i sprzętu bojowego oraz ich wpływ na działania bojowe;

- sprawdzać i doskonalić metody przechodzenia sił zbrojnych ze stanu pokojowego w wojenny;

- doskonalić pracę dowództw i sztabów pod względem organizacji prowadzenia działań bojowych na współczesnym i przyszłym polu walki;

- zgrywać działania pododdziałów poszczególnych rodzajów wojsk w walce;

- doskonalić metody dowodzenia wojskami w warunkach oddziaływania środków walki przeciwnika. ■

Pplk Bogusław Atalski jest absolwentem WSOWOPL i Bałtyckiej Wyższej Szkoły Humanistycznej w Koszalinie.

Był dowódcą plutonu w 55 pplot, oficerem kierunku w OSPWOPL, oficerem sekcji i szefem szkolenia.

Obecnie jest zastępcą komendanta CPSP.

Pplk Piotr Woźnica jest absolwentem WSOWOPL i Bałtyckiej Wyższej Szkoły Humanistycznej w Koszalinie.

Służył w 55 pplot jako dowódca plutonu SW i dowódca baterii startowej.

Obecnie jest szefem szkolenia w Sztabie CPSP



płk rez. pil. dr
TELESFOR MAREK MARKIEWICZ
 Akademia Obrony Narodowej

Loty wojskowe w koncepcji zarządzania trajektoriami

Program SESAR obejmuje kilkanaście projektów, których część odnosi się do zarządzania wojskowymi trajektoriami misji wykonywanych w celu spełnienia krajowych wymagań obrony i bezpieczeństwa, z zachowaniem zasady swobodnego dostępu do przestrzeni powietrznej.

Realizowany od dekady program legislacyjny Unii Europejskiej, dotyczący jednolitej europejskiej przestrzeni powietrznej (Single European Sky – SES), oraz program modernizacji technicznej europejskiego systemu zarządzania ruchem lotniczym (Single European Sky ATM Research – SESAR) w coraz większym stopniu wpływają na funkcjonowanie wszystkich rodzajów lotnictwa.

Wyznaczone przez Komisję Europejską (KE) cele wymagają poprawy cywilnych i wojskowych zdolności w sferze organizacyjno-technicznej oraz osiągnięcia interoperacyjności w zarządzaniu ruchem lotniczym (Air Traffic Management – ATM) między obiema stronami¹. Wojskowe systemy i procedury mogą mieć znaczny wpływ na wdrażanie zasad i osiągnięcie celów programów SES/SESAR. Dotyczy to głównie zaawanowanego elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej (Advanced Flexible Use of Airspace – AFUA), tworzenia funkcjonalnych bloków

przestrzeni powietrznej (Functional Airspace Blocks – FABs), służb dla operacyjnego i ogólnego ruchu lotniczego (Operational Air Traffic – OAT/General Air Traffic – GAT) oraz wykonywania lotów przez wojskowe statki powietrzne w środowisku mieszanego, cywilno-wojskowego, ruchu lotniczego.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA

Zgodnie z założeniami koncepcji operacyjnej, opracowanej w ramach programu SESAR², przyszły europejski system zarządzania ruchem lotniczym będzie się charakteryzować:

– zastosowaniem rozległego systemu zarządzania informacją (System Wide Information Management – SWIM) do obsługi wszystkich głów-

¹ T.M. Markiewicz: *Przestrzeń powietrzna – symbioza jej użytkowników*. „Przegląd Sił Powietrznych” 2013 nr 3, s. 10.

² SESAR Definition Phase: *The Concept of Operations at a glance*. SESAR Consortium, Brussels 2008.

Porządek w przestrzeni

■ Wszyscy partnerzy w sieci ATM wszędzie tam, gdzie jest to możliwe, będą systematycznie udostępniać informacje o trajektoriach lotu od najwcześniejszej fazy, od operacji bieżących, aż do działań podejmowanych po ich zakończeniu. W rezultacie w obszarach o małym lub średnim zagęszczeniu ruchu użytkownicy przestrzeni powietrznej będą mogli wykonywać loty w sposób najbardziej efektywny, z minimalnymi zmianami i bez konieczności przestrzegania ustalonej struktury tras.

nych procesów, tak aby każdy zainteresowany podmiot odniósł korzyści z uzyskanych informacji w ramach odpowiedniej struktury systemu;

- wspólnym planowaniem działań na poziomie zarządzania siecią ATM, stale odzwierciedlanym w planie operacyjnym sieci (Network Operations Plan – NOP) oraz współpracą przy podejmowaniu decyzji (Cooperative Decision-Making – CDM) na podstawie wymiany najważniejszych i aktualnych informacji między różnymi podmiotami: zarządzającymi lotniskami, organami kontroli ruchu lotniczego (Air Traffic Control – ATC), użytkownikami przestrzeni, w celu zwiększenia efektywności systemu ATM oraz przewidywalności problemów i zapobieganiu im;

- stopniowym przejściem od zarządzania przestrzenią do zarządzania czterowymiarowymi trajektoriami lotu, co umożliwi użytkownikowi dokonanie wyboru preferowanej przez niego trasy lotu (trajektorii biznesowej/misji), z wyłączeniem sytuacji, w której nie ma wystarczającej przepustowości przestrzeni;

- zwiększeniem automatyzacji narzędzi i systemów zarządzania ruchem lotniczym, wspomagających pracę kontrolerów i pilotów;

- nowymi sposobami separowania (do realizacji przez kontrolerów ruchu lotniczego oraz załogi) wykorzystującymi zaawansowane zdolności nawigacyjne statków powietrznych, pozwalającymi na wyznaczanie zadań pilotom, a tym samym odciążenie kontrolerów, przy jednoczesnym uwzględnieniu wyposażenia w odpowiednie urządzenia pokładowe wszystkich typów statków powietrznych;

- zintegrowaniem portów lotniczych z siecią zarządzania ruchem lotniczym.

Wśród wymienionych cech pierwsze dwie (SWIM i wspólny proces decyzyjny) stanowią niezbędną podstawę dla pozostałych i mają szczególne znaczenie dla koncepcji zarządzania trajektoriami. Definiuje ona dwa pojęcia trajektorii: *biznesową*, która jest dostosowana do potrzeb cywilnych użytkowników przestrzeni powietrznej, oraz *trajektorię misji* dla lotnictwa państwowego.

Istotą funkcjonowania nowego systemu ATM będzie użycie precyzyjnych danych trajektorii lotu, w połączeniu z wyświetlanymi w kabinie załogi statku powietrznego informacjami o otaczającym ruchu lotniczym, do poprawy przewidywalności w całym systemie. Ma to na celu, między innymi, zwiększenie bezpieczeństwa, ograniczenie emisji hałasu i zanieczyszczeń z silników lotniczych oraz podział zadań między pilotów i kontrolerów ruchu lotniczego.

Przejście do docelowej koncepcji operacyjnej SESAR nastąpi w trzech uzupełniających się etapach, zdefiniowanych w *Europejskim centralnym planie zarządzania ruchem lotniczym*³. Każdy z nich ma się zakończyć osiągnięciem określonych zdolności w zarządzaniu ruchem lotniczym, w związku z czym nie sprecyzowano ram czasowych ich realizacji.

Etap 1 – operacje oparte na czasie – jest podstawą dla wdrożenia koncepcji SESAR. Podejmowane w nim działania koncentrują się na efektywności lotu, przewidywalności i środowisku. Jego celem jest zsynchronizowany europejski system ATM, w którym partnerzy współpracują, aby zop-

³ *European ATM Master Plan*. Edition 2, SESAR Consortium, October 2012.

tymalizować sieć. Będzie w nim zainicjowana priorytetyzacja kontrolowanych (sterowanych) czasów przylotów na lotniska do sekwencjonowania ruchu i zarządzania kolejkami, w łączności ziemia–powietrze zostaną upowszechnione łącza transmisji danych, będą także wdrażane wstępne operacje oparte na trajektorii. Etap ten powinien zakończyć się w latach 2025–2030.

Etap 2 – operacje oparte na trajektorii – koncentruje się na zwiększeniu przepustowości przestrzeni powietrznej. Celem wdrażanych udoskonaleń technicznych i operacyjnych będzie system zarządzania ruchem lotniczym oparty na trajektoriach lotu, w którym partnerzy optymalizują trajektorie biznesowe i trajektorie misji dzięki wymianie informacji, a użytkownicy przestrzeni powietrznej określają swoje priorytety w sieci. Operacje oparte na trajektoriach zainicjują zarządzanie czterowymiarowymi (4D) trajektoriami biznesowymi/misji, umożliwiając planowanie bezkolizyjnych segmentów trasy.

Etap 3 – operacje oparte na wydajności – ma zapewnić osiągnięcie wysokiej skuteczności działania, niezbędnej do zrealizowania docelowej koncepcji SESAR. Jego celem jest wdrożenie europejskiego zintegrowanego, sieciocentrycznego systemu zarządzania ruchem lotniczym, opartego na współpracy i jednolitym działaniu komponentu powietrznego i naziemnego. Operacje oparte na wydajności będą realizowane w wyniku zarządzania siecią z jednoczesnym określeniem priorytetów dostępu do przestrzeni przez jej użytkowników.

Działania lotnictwa wojskowego w przyszłej jednolitej europejskiej przestrzeni powietrznej będą podlegały zarządzaniu trajektoriami misji. W ciągu najbliższych 15 lat zostanie wprowadzonych wiele ważnych ulepszeń organizacyjnych i technicznych, które stworzą warunki do płynnej integracji lotów wojskowych z przyszłym środowiskiem operacyjnym.

Projektowane zmiany, które będą stanowić podstawę stosowania koncepcji w pełni czterowymiarowych trajektorii lotu, obejmują:

- udostępnianie w czasie rzeczywistym informacji o aktywacji/dezaktywacji przestrzeni powietrznej wszystkim uczestnikom procesu ATM;

- nowe opcje organizacji przestrzeni powietrznej, oferujące większą modułowość, na przykład strefy o zmiennym kształcie, dostosowane do rzeczywistych potrzeb ich użytkowania (Variable Profile Areas – VPA);

- udostępnianie w sieci wojskowych zbiorów informacji lotniczej (Mil AIPs), depesz NOTAMs, informacji o wstępnych planach lotów wojskowych statków powietrznych oraz planów lotów w operacyjnym ruchu lotniczym;

- współpracę w podejmowaniu decyzji o rezerwacji przestrzeni powietrznej za pomocą środków automatyzacji łączących systemy planowania misji z siecią;

- synchronizację zarządzania przestrzenią powietrzną (Airspace Management – ASM) z zarządzaniem przepływem ruchu lotniczego i pojemnością przestrzeni (Air Traffic Flow and Capacity Management – ATFCM);

- ustanowienie służb ATS dla ruchu OAT (Operational Air Traffic Transit Service – OATTS), co zaspokoiłoby potrzeby lotnictwa wojskowego związane z prowadzeniem operacji transgranicznych w ramach FAB i wykonywaniem lotów tranzytowych w ogólnoeuropejskiej przestrzeni powietrznej.

Techniczne konsekwencje tych zmian będą głównie dotyczyć wojskowych systemów naziemnych i w szczególności wymagać połączenia wojskowych systemów planowania lotów i systemów wspomagających zarządzanie przestrzenią powietrzną z systemami menedżera europejskiej sieci (European Network Manager – ATM)⁴.

W pierwszym etapie realizacji SESAR modernizacja wojskowych statków powietrznych nie będzie jeszcze wymuszona implementacją koncepcji trajektorii misji, raczej będzie rezultatem stopnio-

⁴ Menedżer sieci oznacza organizację, której zgodnie z art. 6 rozporządzenia PE i Rady (WE) nr 551/2004 oraz art. 3 rozporządzenia Komisji (UE) nr 677/2011 powierzono funkcje projektowania europejskiej sieci tras, koordynowania częstotliwości radiowych w obrębie pasm częstotliwości lotniczych użytkowanych przez ogólny ruch lotniczy i kodów transpondera SSR oraz zarządzania przepływem ruchu lotniczego. Obecnie zadania dotyczące zarządzania funkcjami sieciowymi wykonuje Eurocontrol.

wego wdrażania już istniejących technologii w celu unowocześnienia wyposażenia awionicznego, głównie samolotów transportowych. Oczekiwane zmiany dotyczą zdolności transmisji danych w relacji powietrze–ziemia, nawigacji opartej na osiągnięciach (Performance Based Navigation – PBN) oraz udoskonalenia wymiany informacji dozoru ruchu lotniczego.

W dłuższej perspektywie (drugi i trzeci etap wdrażania SESAR) główną ideą będzie zarządzanie czterowymiarowymi trajektoriami biznesowymi/misji z wymianą informacji o trajektoriach między wszystkimi zainteresowanymi podmiotami – od fazy planowania do fazy realizacji, włącznie z wymianą danych trajektorii w relacji powietrze–ziemia. Zostaną wprowadzone ruchome struktury przestrzeni powietrznej, takie jak strefy przemieszczające się wzdłuż toru lotu statku powietrznego (Dynamic Mobile Areas – DMA), wydzielane w celu zabezpieczenia konkretnej operacji, na przykład na potrzeby tankowania w powietrzu. Zarządzanie przestrzenią powietrzną będzie w pełni zintegrowane z ATFCM, a opis trajektorii stanie się podstawą do negocjacji między wojskowymi użytkownikami przestrzeni powietrznej i menedżerem europejskiej sieci zarządzania ruchem lotniczym.

ISTOTA KONCEPCJI

W przyszłym środowisku operacyjnym głównym wyzwaniem dla wojskowych użytkowników przestrzeni powietrznej będzie zachowanie swobody działania w warunkach znacznego natężenia cywilnego ruchu lotniczego, szczególnie w obszarach o dużym zagęszczeniu operacji lotniczych. W ostatnich dwóch dekadach spadek aktywności wojskowej ułatwiał obsłużenie stale zwiększającej się liczby lotów w ogólnym ruchu lotniczym (General Air Traffic – GAT). Należy jednak przypuszczać, że gdy NATO zakończy niektóre operacje prowadzone poza Europą, wojsko może nawet zintensyfikować użytkowanie przestrzeni. Wpływ na to będzie również miało wykonywanie zadań szkoleniowych z wykorzystaniem nowej generacji samolotów bojowych, uzbrojonych w systemy rażenia dalekiego zasięgu, oraz coraz powszechniejsze systemy bezałogo-

wych statków powietrznych (BSP). Czynniki te spowodują konieczność wydzielania większych struktur przestrzeni powietrznej⁵ i wydłużą czas ich zajętości przez lotnictwo wojskowe.

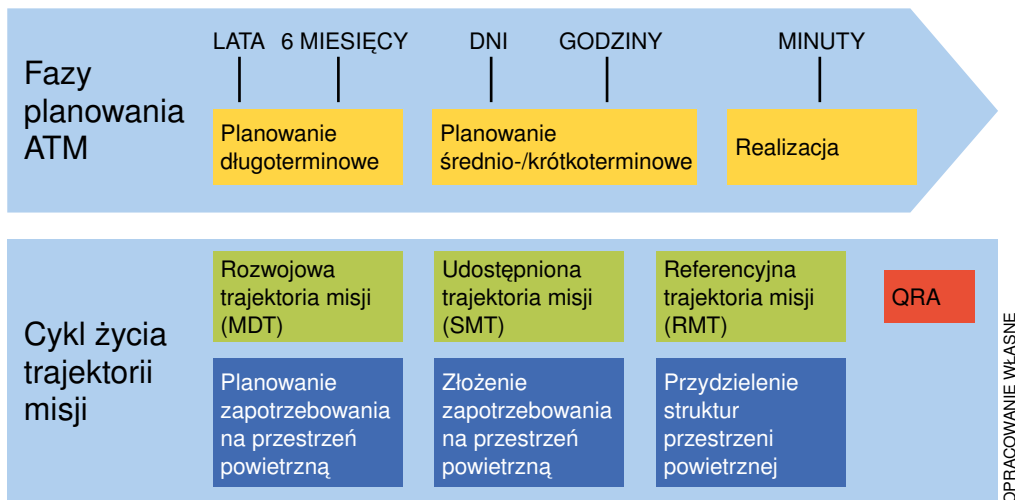
Koncepcja trajektorii misji ma sprostać tym wyzwaniom i zaspokoić wymogi wojskowe nieuwzględnione w koncepcji trajektorii biznesowych. Wynikają one z takich właściwości działań lotnictwa wojskowego, jak:

- specyficzne profile lotów, wymagające wykorzystania zarezerwowanej lub ograniczonej przestrzeni powietrznej (Airspace Reservation/Restriction – ARES)⁶;
- wykonywanie zadań w lotach grupowych wraz z tworzeniem ugrupowań i ich rozpuszczeniem;
- konieczność zsynchronizowania trajektorii lotów wojskowych statków powietrznych uczestniczących w złożonych misjach lub ćwiczeniach;
- wykonywanie lotów wysokiego priorytetu i lotów nieplanowanych, na przykład jako zadania bojowego w ramach systemu obrony powietrznej – Air Policing;
- operacje tankowania w powietrzu;
- kwestie związane z poufnością informacji o działaniach lotnictwa wojskowego.

Koncepcja trajektorii misji wymaga spójnego podejścia do terminologii, definicji i wymiany informacji o locie w każdym czasie i we wszystkich fazach lotu. W ujęciu ogólnym trajektoria jest torem, po którym porusza się obiekt znajdujący się w przestrzeni. W kontekście SESAR trajektorię można zdefiniować jako tor lotu statku powietrz-

⁵ Przykładem może być modyfikacja wielu struktur polskiej przestrzeni powietrznej przeznaczonych na potrzeby realizacji zaawansowanego szkolenia lotniczego na samolotach F-16. Wprowadzane od 2007 r. zmiany polegały głównie na dostosowaniu parametrów przestrzennych istniejących stref TSA/TRA i D (lub utworzeniu nowych) do zwiększonych wymogów operacyjnych wynikających z możliwości bojowych tego typu samolotu.

⁶ Do zarezerwowanej przestrzeni powietrznej zalicza się strefy czasowo wydzielone/rezerwowane (TSA/TRA) oraz rejon ćwiczeń (EA), natomiast w skład ograniczonej przestrzeni powietrznej wchodzi strefy niebezpieczne (D), ograniczone (R) i zakazane (P).



RYS. 1. Fazy zarządzania trajektorią misji

nego z lotniska startu do lotniska docelowego, na który użytkownik wyraża zgodę, a usługodawcy służb żeglugi powietrznej i zarządzający lotniskami zgadzają się go zabezpieczyć.

Trajektoria misji przedstawia zamiar użytkownika przestrzeni powietrznej w odniesieniu do jej celu i ma zapewnić mu największą skuteczność wykonania zadania w locie trasowym i podczas korzystania ze struktur przestrzeni powietrznej.

Cykl życia trajektorii misji rozpoczyna się planowaniem lotu u użytkownika przestrzeni powietrznej, a kończy po wykonaniu operacji lotniczej. Fazy zarządzania trajektorią przebiegają wraz z kolejnymi fazami planowania ruchu lotniczego. Etapy ewolucji trajektorii to (rys. 1):

- **rozwojowa trajektoria misji** (Mission Development Trajectory – MDT) – wdrożona przez użytkownika przestrzeni do celów planistycznych, bez zamiaru jej wykorzystania na zewnątrz (poza organizacją wojskową);

- **udostępniona trajektoria misji** (Shared Mission Trajectory – SMT) – opublikowana przez użytkownika przestrzeni powietrznej do wspólnego planowania w systemie ATM. Może zawierać pewne ograniczenia, które użytkownik powinien uwzględnić w swoich kalkulacjach. Przedstawia plan zapewniający najlepszą wydajność lotu przy założeniu, że w pobliżu nie ma innego ruchu lot-

niczego. Doskonalenie SMT jest procesem iteracyjnym, polegającym na testowaniu każdej wprowadzanej zmiany. Ostateczną formą SMT staje się referencyjna trajektoria misji (RMT), która jest częścią złożonego planu operacyjnego ruchu lotniczego;

- **referencyjna trajektoria misji** (Reference Mission Trajectory – RMT) – zaakceptowana przez użytkownika dla danego lotu i zatwierdzona do realizacji przez usługodawcę służb żeglugi powietrznej. Obejmuje wszelkie ograniczenia, wynikające z NOTAMs, danych meteorologicznych itp., i jest trajektorią odniesienia, wykorzystywaną przez wszystkich uczestników ruchu lotniczego.

W odróżnieniu od operacji lotnictwa komercyjnego działania lotnictwa wojskowego wymagają wielu profili lotu, które będą musiały być częściowo lub w pełni zintegrowane z przyszłym systemem zarządzania ruchem lotniczym. Obecnie loty samolotów bojowych, wykonywane według przepisów IFR lub VFR, są zaliczane do kategorii operacyjnego ruchu lotniczego. Aby nie zagrozić bezpieczeństwu innym rodzajom lotnictwa, część tego ruchu odbywa się w czasowo wydzielonych strukturach przestrzeni powietrznej.

Jest istotne, by wyraźnie rozróżnić pojęcie *trajektorii misji/biznesowej* oraz pojęcie *operacyjnego i ogólnego ruchu lotniczego*. Trajektoria

misji/biznesowa ma na celu opisanie toru lotu i zarządzanie lotem danego użytkownika przestrzeni powietrznej z uwzględnieniem aspektów geograficznych i czasowych, natomiast pojęcie OAT/GAT określa przepisy, według których loty po nich mogą być wykonywane. Nie wszystkie loty operacyjne będą opisywane jako trajektorie misji (na przykład lot tranzytowy w ruchu OAT można opisać za pomocą trajektorii biznesowej) i nie wszystkie trajektorie misji będą się odbywały w ruchu OAT (na przykład przelot samolotu AWACS może być wykonany zgodnie z zasadami ogólnego ruchu lotniczego).

Koncepcja trajektorii misji nie zmienia wojskowych wymogów określonych w przepisach operacyjnego ruchu lotniczego, ale wymaga ich harmonizacji między poszczególnymi państwami. Harmonizacja i intensyfikacja wymiany informacji zwiększy zgodność przepisów operacyjnego ruchu lotniczego z przepisami ogólnymi oraz spowoduje wzrost skuteczności działań.

Wzrost ruchu lotniczego, rozszerzenie horyzontu zarządzającego przylotami (Arrival Manager – AMAN)⁷ i wdrożenie przestrzeni powietrznej ze swobodą planowania tras (Free Route Airspace – FRA)⁸ spowodują konieczność działania wojskowych użytkowników przestrzeni powietrznej w coraz bardziej złożonym środowisku operacyjnym. Aby umożliwić lotnictwu wojskowemu wykonywanie zadań, co najmniej na tym samym poziomie elastyczności, należałoby zwiększyć pojemność przestrzeni powietrznej lub poprawić koordynację z innymi użytkownikami. Trajektoriami misji jest środkiem, który usprawni cywilno-wojskową koordynację, skutkującą zmniejszeniem potrzeb rezerwowania przestrzeni powietrznej. Z koncepcji trajektorii misji mogą również korzystać pozostałe rodzaje lotnictwa państwowego, na przykład straż granicznej, policji, służby celnej, przemysł lotniczy (loty próbne) i lekkie lotnictwo ogólnego przeznaczenia (General Aviation).

Główną zmianą operacyjną, związaną z koncepcją zarządzania trajektoriami lotu, jest wymiana informacji o trajektoriach w środowisku ATM (w relacji powietrze–powietrze i ziemia–powietrze) – od fazy planowania do fazy realizacji. Będzie to wymagać poprawy interoperacyjności

między podmiotami cywilnymi i wojskowymi. Zwiększenie wymiany danych między cywilnymi i wojskowymi podmiotami stworzy wspólną świadomość sytuacyjną, która korzystnie wpłynie na elastyczność (dla lotnictwa wojskowego), przewidywalność (dla sieci zarządzania ruchem lotniczym) i bezpieczeństwo (dla wszystkich użytkowników przestrzeni powietrznej).

Koncepcję trajektorii misji stosuje się jednakowo do załogowych i bezzałogowych statków powietrznych. Dotyczy ona lotów IFR i VFR wykonywanych w kontrolowanej/zarządzanej przestrzeni powietrznej, włącznie z przelotami przez rejony lotnisk kontrolowanych (Terminal Control Areas – TMAs). W obrębie tej przestrzeni wszystkie informacje o ruchu lotniczym są znane, a separacje zapewnia organ ATC. Koniecznością utrzymania separacji może być także obciążona załoga statku powietrznego. Nie dotyczy to lotów w niekontrolowanej/niezarządzanej przestrzeni powietrznej, w której obowiązek zachowania bezpiecznych odległości spoczywa na użytkownikach tej przestrzeni. Również przeloty z europejskiej przestrzeni powietrznej do obszaru działań bojowych i loty w nim nie będą objęte koncepcją trajektorii misji z powodu poufności informacji i elastyczności działań, które mają szczególne znaczenie dla tego typu operacji.

SPECYFIKA TRAJEKTORII MISJI

Trajektorie lotów będą wyrażone we wszystkich czterech wymiarach (4D) i ze znacznie większą dokładnością niż obecnie. Mimo to w przyszłym systemie zarządzania ruchem lotniczym nie będzie możliwe przetwarzanie niektórych części tra-

⁷ Funkcja rozszerzonego horyzontu zarządzającego przylotami (AMAN) obejmuje koordynację między organem kontroli zbliżania (APP) a organem kontroli obszaru (ACC) w celu opóźnienia lub przyspieszenia statku powietrznego w fazie lotu trasowego, aby zsynchronizować jego przylot do punktu wlotu do TMA.

⁸ Przestrzeń powietrzna ze swobodą planowania tras (FRA) oznacza określoną część przestrzeni powietrznej, w obrębie której użytkownicy mogą swobodnie planować swoje trasy między punktem wlotu i punktem wylotu, bez powiązania z siecią tras ATS.

jektorii misji, na przykład elementów walki powietrznej, których trajektorie nie są możliwe do opisania. W związku z tym zarezerwowane i ograniczone struktury przestrzeni powietrznej (ARES) nadal będą głównym środkiem utrzymania wysokiego poziomu bezpieczeństwa w nowym środowisku operacyjnym. W celu efektywnego zarządzania trajektoriami jest konieczne, by zintegrować strefy ARES z koncepcją trajektorii misji. Zatem trajektoria misji będzie się składać zazwyczaj z przelotu do i ze stref ARES o określonych wymiarach i charakterystykach (rys. 2). Należy jednak pamiętać, że nadal będzie istnieć potrzeba użytkowania przestrzeni powietrznej w celach niezwiązanych z trajektoriami, na przykład prowadzenie strzelań przez jednostki wojsk obrony przeciwlotniczej.

Choć liczba lotów w operacyjnym ruchu lotniczym nie jest znacząca w porównaniu do cywilnego ogólnego ruchu lotniczego, to są one w dużej mierze wykonywane w strefach ARES o dużych rozmiarach. Mają istotny wpływ na funkcjonowanie sieci zarządzania ruchem lotniczym, dlatego udostępnianie dokładnych informacji o ich użytkowaniu (określanie punktów wlotu/wylotu do/z ARES oraz czasów przelotu przez te punkty, jak również długości wykonywania zadań w strefie) może przynieść istotną poprawę pojemności przestrzeni powietrznej z jednoczesnym zapewnieniem wysokiego poziomu bezpieczeństwa.

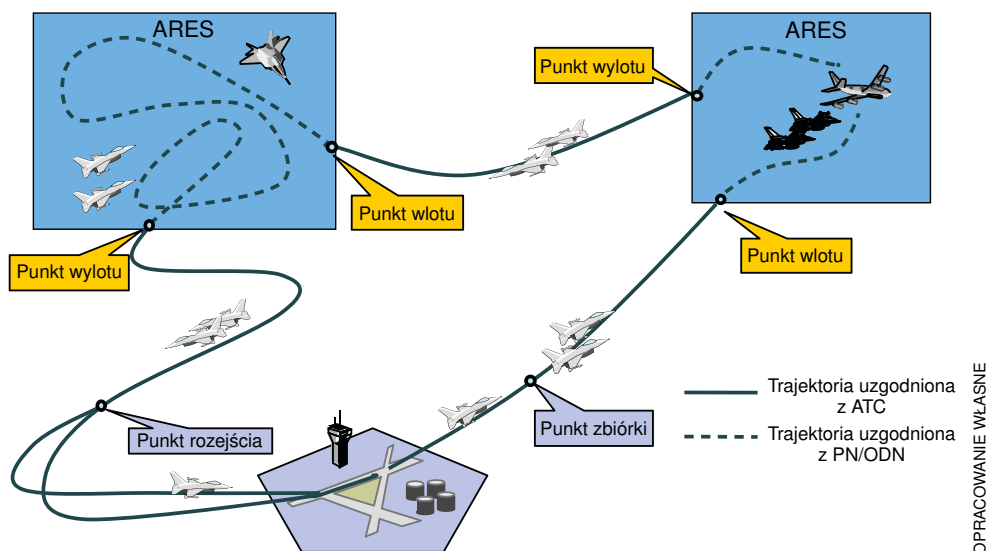
Loty grupowe – wykonywanie zadań w ugrupowaniach bojowych jest jednym z głównych działań lotnictwa wojskowego. Zarządzanie trajektoriami misji musi uwzględniać fakt, że w czasie takiego lotu mogą być dokonywane zaplanowane lub nieplanowe (na przykład w sytuacji awaryjnej) zmiany w ugrupowaniu (zbiórki i rozpuszczenia). Loty grupowe będą także odbywały się w rejonach lotnisk kontrolowanych, przede wszystkim wokół współużytkowanych przez lotnictwo cywilne i wojskowe. Specyficzne dla trajektorii misji jest to, że lot kilku statków powietrznych we wspólnym ugrupowaniu jest traktowany jako lot pojedynczego statku powietrzego. Jednak fazy lądowania i startu są na ogół wykonywane indywidualnie, chociaż niektóre mogą się odbywać w ugrupowaniu zwartym.

W związku z tym ugrupowanie jest tworzone zazwyczaj w fazie odlotu, a rozpuszczenie następuje w fazie przylotu. Zbiórka odbywa się tuż po starcie, podczas wznoszenia albo na początkowym etapie lotu po trasie, odpowiednio do warunków pogodowych. Z wyjątkiem gdy ugrupowanie jest tworzone tuż po starcie (procedura VMC), faza odlotu w formacji odbywa się w wyniku zapewnienia normalnej separacji (zarządzanie indywidualną trajektorią) lub procedury samoseparacji. W fazie przylotu rozpuszczenie ugrupowania zazwyczaj następuje w punkcie

W trosce o bezpieczeństwo

■ Celem koncepcji trajektorii misji jest utrzymanie lub poprawa bezpieczeństwa i skuteczności wykonywania zadań przez państwowych (wojskowych) użytkowników statków powietrznych z jednoczesnym zapewnieniem korzyści dla europejskiej sieci zarządzania ruchem lotniczym.

rozpoczęcia zniżania (Top of Descent – TOD) przez wektorowanie i regulację prędkości pionowej (regulacja prędkości poziomej dla samolotów bojowych jest stosowana rzadko) lub inne zmiany toru lotu. Faza zniżania i podejścia jest realizowana w wyniku zarządzania indywidualną trajektorią. Jeśli to konieczne, może być zapewniona alokacja indywidualnego kontrolowanego czasu przylotu (Controlled Time of Arrival – CTA). Procedury tworzenia i rozpuszczania ugrupowań bojowych mogą być również wykonywane we wszystkich innych fazach lotu, zgodnie z potrzebami misji.



RYS. 2. Schemat typowej trajektorii misji będącej wypadkową trajektorii 4D i czasowo wydzielonych/rezerwowanych struktur przestrzeni (ARES)

Uwaga: czasy startu, przelotu nad wyznaczonymi punktami nawigacyjnymi, wlotu/wylotu do/z stref oraz czas lądowania będą ściśle określone i kontrolowane przez system ATM.

Synchronizacja – między dwiema lub więcej trajektoriami misji, stanowiącymi część złożonego zadania lub ćwiczenia, będzie wykonywana w fazie planowania i realizacji w taki sposób, że trajektorie misji nie będą traktowane jako trajektorie izolowane i zyskają wymagany poziom priorytetu. W takich wypadkach zmiana trajektorii mogłaby zagrozić realizacji całej misji lub ćwiczeń, na przykład opóźnienie lotu samolotu-tankowca, który jest częścią dużego ugrupowania składającego się z różnych typów statków powietrznych (Composite Air Operation – COMAO).

PRIORYTETOWE LOTY WOJSKOWE

Władze wojskowe są jedynym organem decydującym o poziomie priorytetu lotów wojskowych, który chcą uzyskać od systemu zarządzania ruchem lotniczym. Zasadniczo zależy on od charakteru misji. Dobrym przykładem lotów wymagających pełnego priorytetu są loty samolotów myśliwskich wykonywane w systemie obrony powietrznej (misje Air Policing). Jest to szczególnie rodzaj działalności zintegrowanego systemu obro-

ny powietrznej NATO (NATO Integrated Air Defence System – NATINADS), podejmowany w celu zapewnienia nienaruszalności przestrzeni powietrznej państw członkowskich, ochrony ludności i sił zbrojnych przed atakiem z powietrza oraz udzielania pomocy statkom powietrznym znajdującym się w niebezpieczeństwie. Główną rolę w realizacji misji Air Policing odgrywają dyżurne siły i środki (Quick Reaction Alert Interceptors – QRA(I)), czyli dyżurne załogi samolotów przechwytyjących. W misjach typu Air Policing rozróżnia się dwa rodzaje lotów QRA (I):

- bojowe (Alfa Scramble), które są wykonywane w celu przechwycenia podejrzanych statków powietrznych. Mają one pierwszeństwo w stosunku do pozostałego ruchu lotniczego (z wyjątkiem tych, które są w trakcie realizacji procedury awaryjnej), co powoduje konieczność wprowadzenia ograniczeń w przestrzeni, w której misja ta jest wykonywana;

- treningowe (Tango Scramble). W tym wypadku loty dyżurnych samolotów myśliwskich także są traktowane priorytetowo, jednakże nie

mają pierwszeństwa w stosunku do lotów o statusie HEAD oraz lotów poszukiwawczo-ratowniczych (SAR).

W odniesieniu do obu rodzajów lotów przynajmniej części ich trajektorii, jeśli nie wszystkich, nie da się zaplanować, dlatego też nie mogą być one udostępniane w systemie ATM. Jest prawdopodobne, że w pierwszym etapie wdrażania SESAR loty te będą koordynowane na poziomie taktycznym między jednostkami kontrolującymi obrony powietrznej (PN/ODN) i ATC, tak jak obecnie. W dalszych etapach lotnictwo wojskowe może skorzystać z koncepcji stref przemieszczających się wzdłuż toru lotu statku powietrznego, tworzących przestrzeń zakazaną wokół samolotu przechwytywanego (DMA typu 3). Wymiana informacji o tej przestrzeni wśród wszystkich zainteresowanych podmiotów jest postrzegana jako czynnik poprawy bezpieczeństwa. Koncepcja stref DMA ma być stosowana w połączeniu z koncepcją zmian trajektorii, która pozwala na dokonywanie zmian trajektorii i udostępnianie związanych z tym informacji podczas wykonywania lotu.

W środowisku operacyjnym o dużym natężeniu ruchu, takim jak na przykład rejon kontrolowany lotniska, wykonywanie priorytetowych lotów wojskowych może zmniejszyć jego pojemność. Wszelkie zmiany w środowisku oraz integracja takich lotów będzie wymagać oceny ich wpływu na poziom bezpieczeństwa. Aby zapewnić bezpieczną integrację tych lotów oraz koordynację, separację i synchronizację ruchu, będą potrzebne odpowiednie narzędzia naziemne i wyposażenie pokładowe statków powietrznych.

KWESTIE POUFNOŚCI

W wypadku trajektorii misji dane lotu nieprzeznaczone do udostępniania w systemie zarządzania ruchem lotniczym w szczególności będą dotyczyć części toru lotu wykonywanych w strefach ARES. Nie można ich z góry przewidzieć, na przykład w szkoleniu z zastosowania bojowego, lub tymi danymi nie będzie zainteresowany system ATM (jeśli samoloty pozostają w strefie ARES, system ATM nie zapewnia im separacji z pozostałym ruchem).

Część trajektorii misji poza strefami ARES będzie zazwyczaj udostępniana w systemie zarządzania ruchem lotniczym – na zasadzie dobrowolności dla części lotu wykonywanych w niezarządzanej przestrzeni powietrznej. Będą jednak pewne wyjątki, takie jak na przykład misje Air Policing. Ze względu na potrzebę ochrony informacji niejawnych organy wojskowe powinny w niektórych wypadkach (w tym podczas wykonywania lotów) mieć również możliwość wstrzymania udostępniania danych trajektorii. W celu zapewnienia bezpieczeństwa lotu i poufności misji w takich sytuacjach powinny być ustanowione szczególne procedury koordynacji. Niektóre dane lotu niezwiązane z trajektorią, na przykład konfiguracja uzbrojenia, nie będą udostępniane w sieci ATM. Za określenie, jaki rodzaj danych należy chronić, będzie odpowiedzialna organizacja wojskowa.

Potrzeby zapewnienia pierwszeństwa i poufności danej misji mogą bezpośrednio wpływać na poziom wymiany informacji i w rezultacie na proces wspólnego podejmowania decyzji. W koncepcji zarządzania trajektoriami lotu wyróżniono następujące wypadki:

- pewien poziom wymiany informacji jest możliwy i ograniczony proces podejmowania decyzji można rozpocząć w fazie planowania;
- pewien poziom wymiany informacji jest możliwy, ale proces ten można rozpocząć tylko podczas fazy wykonania;
- pewien poziom wymiany informacji jest możliwy, ale proces CDM jest niemożliwy (najwyższy priorytet misji);
- dane trajektorii nie są w ogóle udostępniane, co wyklucza jakiegokolwiek proces wspólnego podejmowania decyzji.

Gdy loty mogą być skoordynowane tylko w fazie ich wykonywania, wykrywanie i rozwiązywanie sytuacji kolizyjnych często będzie realizowane wyłącznie za pomocą narzędzi krótkoterminowego zarządzania konfliktem (ostrzegania przed kolizjami).

PLATFORMY BEZZAŁOGOWE

Można oczekiwać, że loty bezzałogowych statków powietrznych będą stanowić coraz większą

część operacji wojskowych, wykonywanych na wszystkich wysokościach, głównie w celach rozpoznawczych i realizacji uderzeń na obiekty naziemne. W najbliższej przyszłości jest prognozowane również coraz większe ich zastosowanie poza wojskiem. Pełna integracja lotów bezzałogowych statków powietrznych w przestrzeni niesegregowanej nastąpi prawdopodobnie dopiero po 2015 roku.

Coraz powszechniejsze użycie BSP będzie miało wpływ na potrzeby związane z rezerwacją przestrzeni powietrznej. Trajektorie misji dla lotów platform bezzałogowych, podobnie jak dla samolotów załogowych, obejmują zazwyczaj przelot w niesegregowanej przestrzeni powietrznej z lot-

niska startu do strefy ARES, następnie wykonanie zadania w tej strefie, na przykład prowadzenie rozpoznania optoelektronicznego, i wreszcie powrót na lotnisko bazowania.

Niektóre właściwości lotów będą wynikać z wykonywania zadań na bardzo dużej

wysokości (na przykład powyżej FL 500), co w połączeniu z osiągnięciem bezzałogowych statków powietrznych, często niższymi od samolotów załogowych, będzie skutkowało bardzo długimi fazami wznoszenia i zniżania. Początkowo takie loty będą wykonywane w wydzielonej przestrzeni powietrznej, jednak ich integracja w niesegregowanej przestrzeni powietrznej nastąpi na pewno i dlatego muszą być one w odpowiedni sposób zintegrowane z koncepcją trajektorii misji od samego początku.

AMBITNE WYZWANIE

Włączenie operacji prowadzonych przez platformy bezzałogowe do przestrzeni powietrznej dostępnej dla żeglugi będzie musiało również uwzględnić długodystansowe przeloty wykonywane według przepisów IFR oraz długotrwałe loty patrolowe. Ten drugi wypadek oznacza konieczność udostępniania predefiniowanych

wzorców trajektorii danej misji i zdolność do wykonywania częstych korekt trasy lotu, by móc reagować na nieprzewidywalne potrzeby misji, na przykład konieczność zbliżenia się do obiektu rozpoznania w celu jego identyfikacji.

W przyszłym systemie zarządzania ruchem lotniczym planowanie użytkownika przestrzeni powietrznej, współpraca w podejmowaniu decyzji i operacje taktyczne będą się opierać na aktualnych danych o trajektoriach. Koncepcję trajektorii misji stworzono w odpowiedzi na wyzwania przyszłego środowiska zarządzania ruchem lotniczym i w celu zaspokojenia potrzeb wojskowych nieobjętych koncepcją trajektorii biznesowych. Jej celem jest utrzymanie lub poprawienie skuteczności realizacji misji, ułatwienie dostępu do przestrzeni powietrznej oraz zwiększenie elastyczności i bezpieczeństwa działań, przy jednoczesnym zapewnieniu korzyści dla sieci zarządzania ruchem lotniczym.

Głównym wymogiem dotyczącym podmiotów wojskowych, który warunkuje osiągnięcie tych celów, jest dzielenie się informacjami (jawnymi) w środowisku ATM, w jak największym stopniu i tak wcześnie, jak to możliwe. Wymagana jest również zdolność do systematycznego aktualizowania informacji dotyczących trajektorii lotu lub użytkowanej przestrzeni powietrznej w celu umożliwienia dokonywania zmian w krótkim czasie w sposób zapewniający bezpieczeństwo wszystkich operacji lotniczych.

Koncepcja trajektorii misji to rozwiązanie, które jest proponowane (ale nie narzucone) wojskowym użytkownikom przestrzeni powietrznej, by pomóc im zachować wymagane zdolności działania w przestrzeni powietrznej. Mogą zaistnieć sytuacje, w których trajektorie misji i wymiana informacji nie będą odpowiednie dla strony wojskowej. Muszą one być przedmiotem szczegółowych analiz bezpieczeństwa. Koncepcja trajektorii misji nadal jest rozwijana w ramach odpowiednich projektów badawczych programu SESAR. ■

Autor był współtwórcą Szefostwa Służby Ruchu Lotniczego SZRP. Obecnie pracuje jako adiunkt – kierownik Zakładu Obrony Powietrznej w Instytucie Lotnictwa i Obrony Powietrznej na Wydziale Zarządzania i Dowodzenia AON.

■ Trajektorja misji przedstawia zamiar użytkownika przestrzeni powietrznej w odniesieniu do celu danej misji i ma zapewnić mu największą skuteczność wykonania zadania.



plłk dr inż.
TADEUSZ COMPA
Wyższa Szkoła Oficerska
Sił Powietrznych



sierż. pchor.
ŁUKASZ LASEK
Wyższa Szkoła Oficerska
Sił Powietrznych

Pokładowy system antykolizyjny

Współczesne statki powietrzne wyposaża się w urządzenia i systemy ostrzegające pilota o możliwych zagrożeniach, by mógł podjąć we właściwym czasie działania zapobiegawcze.

Bezpieczeństwo lotnictwa tradycyjnie jest pojmowane jako brak zdarzeń – wypadków lotniczych lub jako ochrona przed zagrożeniami. Zagrożeń w postaci wypadków i katastrof lotniczych nie da się całkowicie wyeliminować, można je tylko ograniczyć. Potrzeba zachowania wysokiego poziomu bezpieczeństwa ruchu lotniczego wymaga właściwego szkolenia załóg, wdrażania nowych rozwiązań technicznych, w tym także pokładowych systemów bezpieczeństwa, stanowiących ostatnią barierę chroniącą statek powietrzny przed kolizją z przeszkodami znajdującymi się na ziemi lub też innymi platformami.

Wylimitowanie wypadków¹ byłoby pożądanym, jednak osiągnięcie stuprocentowego bezpieczeństwa jest nieosiągalne. Awarie i błędy będą w dalszym ciągu występować, mimo wszelkich wysiłków zmierzających do tego, aby im zapobiec. Nie można zagwarantować, że jakiegokolwiek działania podejmowane przez człowieka lub system stworzony przez niego będą całkowicie bezpieczne, to znaczy wolne od ryzyka.

Międzynarodowe organizacje lotnicze nakładają na operatorów statków powietrznych obowiązki wyposażania ich w pokładowe systemy bezpieczeństwa. Standardem już stały się takie systemy, jak: pokładowy system zapobiegania kolizjom (Airborne Collision Avoidance System – ACAS), system ostrzegający o bliskości ziemi (Ground Proximity Warning System – GPWS) czy też radar pokładowy. Ich zadaniem jest

¹ Według Doc. 9420, wypadek lotniczy – zdarzenie związane z eksploatacją statku powietrzego, które zaistniało od chwili, gdy jakkolwiek osoba weszła na jego pokład z zamiarem wykonania lotu, do momentu, gdy wszystkie osoby znajdujące się na pokładzie opuściły ten statek powietrzny, i podczas którego:

- jakkolwiek osoba doznała obrażeń ze skutkiem śmiertelnym lub poważnego obrażenia ciała;
- statek powietrzny został uszkodzony lub nastąpiło zniszczenie jego konstrukcji, w rezultacie czego została naruszona trwałość konstrukcji lub wymagane jest przeprowadzenie poważnego remontu;
- statek powietrzny zaginął lub znajduje się w miejscu, do którego dostęp jest niemożliwy.

ostrzeżenie pilota (w nowszych wersjach także wykonanie automatycznego uniku) przed obiektami fizycznymi występującymi w niebezpiecznej odległości od samolotu. Systemy te są w pełni autonomiczne, czyli niezależne od źródeł zewnętrznych.

SYSTEMY ANTYKOLIZYJNE

Wyposażenie statku powietrznego w system antykolizyjny jest jednym z podstawowych wymogów sprawnego zarządzania ruchem lotniczym. Obecny stopień rozwoju transportu lotniczego pozwala uniknąć kolizji dzięki wykonaniu odpowiedniego manewru.

Pierwsze badania nad systemami antykolizyjnymi przeprowadzono w Stanach Zjednoczonych już w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku z inicjatywy Federalnej Administracji Lotnictwa (Federal Aviation Authority – FAA²). W ich wyniku powstał pokładowy system zapobiegający zderzeniom statków powietrznych w locie (Traffic Collision

Avoidance System – TCAS), który stał się standardem w lotnictwie komercyjnym, a powoli zaczęła wkraczać także do lotnictwa wojskowego. Europejska Organizacja Bezpieczeństwa Żeglugi Powietrznej (European Organisation for the Safety of Air Navigation – Eurocontrol) podaje, że jeżeli dwukrotnie wzrasta liczba operacji lotniczych, to zagrożenie bezpieczeństwa staje się czterokrotnie większe. By je zmniejszyć, zapoczątkowano rozwój lotniczych systemów antykolizyjnych, które uważano za „ostatnią deskę ratunku” dla samolotu.

Seria kolizji lotniczych w Stanach Zjednoczonych zapoczątkowała kolejny etap rozwoju systemów bezpieczeństwa. Kolizja w 1956 roku między dwoma statkami pasażerskimi nad Wielkim Kanionem zdeterminowała linie i władze lotnicze do kontynuowania badań nad rozwojem sys-

temu chroniącego przed potencjalnymi wypadkami. Ostatecznie, w 1986 roku, kolizja między DC-9 i prywatnym samolotem w Cerritos zmusiła FAA (na zlecenie Kongresu) do ostatecznego rozwiązania problemu.

W 1989 roku ustawa prawo lotnicze nakazywała wyposażenie w TCAS kilka kategorii samolotów operujących w przestrzeni USA. Równoległe do rozwoju systemów antykolizyjnych, Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (International Civil Aviation Organization – ICAO³) wprowadziła standardy dla pokładowych systemów zapobiegania kolizjom (Airborne Collision Avoidance Systems – ACAS).

Należy również pamiętać o terminologii, która będzie się przewijać w dalszej części artykułu: ACAS i TACS. ACAS to standard przyjęty przez ICAO, a TCAS – przez FAA. W świecie przyjęła się nazwa TCAS.

Oprócz TCAS, który jest montowany na dużych samolotach liniowych, skonstruowano także samodzielne, antykolizyjne urządzenie przenośne ostrzegające o możliwości kolizji dla samolotów małych (Portable Collision Avoidance System – PCAS) – fot. Opracowała go amerykańska firma Zaon Flight Systems. Jest ono przeznaczone do wykrywania samolotów z wnętrza kokpitu (PCAS XRX)⁴.

Pierwsze wersje TCAS ostrzegały tylko o zbliżających się samolotach. Z czasem okazało się,

² FAA – administracja lotnicza, której certyfikat często przesądza o zaistnieniu danego producenta na rynku. Zarządza ruchem lotniczym na terenie USA. Odpowiada za bezpieczeństwo pasażerów przelatujących nad terenem USA.

³ Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego jest odpowiedzialna za opracowywanie i wdrażanie międzynarodowych przepisów regulujących bezpieczeństwo ruchu lotniczego i ekonomię transportu lotniczego. Do jej zadań należy nadzór nad przestrzeganiem przez kraje członkowskie międzynarodowych norm i przepisów regulujących cywilny ruch lotniczy. Ustala nowe standardy i normy dla lotnictwa, wspiera wprowadzanie nowej techniki i technologii w lotnictwie cywilnym, opracowuje międzynarodowe zasady współpracy z tzw. służbami naziemnymi. Przepisy ICAO to zbiór 18 aneksów, z których każdy omawia i normuje wybraną dziedzinę lotnictwa.

⁴ PCAS może występować w wersji MRX i XRX.

Wyposażenie w ACAS II jest obowiązkowe także w innych państwach, między innymi w: Argentynie, Australii, Chile, Egipcie, Indiach, Japonii i Chinach.

że taka informacja nie była wystarczająca, aby zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa lotów. Kolejne wersje pozwalały na manewry doradcze, umożliwiające wykonanie unik, a tym samym uniknięcie kolizji z innym statkiem powietrznym. Obecnie pojawiły się już systemy antykolizyjne oparte na satelitarnych systemach pozycyjnych. Taka tendencja rozwojowa jest poddyktowana zmniejszeniem separacji pionowych między samolotami z 2000 do 1000 ft⁵.

ZALECENIA

Załącznik 2 do *Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym*⁶ definiuje ACAS jako [...] *system samolotu, oparty na sygnałach transpondera radaru wtórnego, który działa niezależnie od naziemnego wyposażenia i dostarcza pilotowi rady o potencjalnym konflikcie z samolotem wyposażonym w transponder radaru wtórnego*. Dokument ICAO, Doc 4444⁷ definiuje odpowiedzialność kontrolerów pod warunkiem, że samolot jest zaopatrzony w ACAS. Są one następujące:

- zarządzenie służb ruchu lotniczego (ustanawianie i utrzymywanie separacji i zapobiegania kolizjom) powinno być identyczne, bez względu na to czy samolot wyposażono w ACAS czy też nie. To znaczy, że kontroler pozostaje odpowiedzialny za ustanawianie i utrzymywanie stosownych separacji ATC tak długo, jak nie pojawi się ostrzeżenie doradcze (Resolution Advisory – RA) dla załogi samolotu;

- kiedy pilot melduje manewr z powodu pojawienia się ostrzeżenia doradczego, kontroler nie powinien próbować modyfikować trajektorii samolotu, ale powinien dostarczać istotne informacje ruchu, jeśli jest to możliwe.

Musimy zdawać sobie sprawę z tego, że urządzenie antykolizyjne nie uchroni samolotu przed kolizją z innym, który takim sprzętem nie dysponuje.

Wykorzystywanie ACAS przez załogę samolotu opisano w *PANS-OPS-Doc 8168*⁸. Pilot powinien używać informacji z systemu zgodnie z następującymi okolicznościami bezpieczeństwa:

- nie można manewrować wyłącznie na podstawie ostrzeżenia Traffic Advisory;



PRZENOŚNY system antykolizyjny (PCAS)

- podczas ostrzeżenia doradczego należy wizualnie kontrolować przestrzeń w miejscu, gdzie intruz został zlokalizowany;

- odchylenie od zezwolenia ATC powinno być minimalne i po uzyskaniu informacji „wolny od konfliktu” (Clear of Conflict) należy bezzwłocznie powrócić do aktualnego zezwolenia;

- o odchyleniu trybu doradczego trzeba informować kontrolera tak szybko, jak to jest możliwe.

⁵ 24 stycznia 2002 r. na określonym obszarze Europy, w tym także Polski, wprowadzono projekt zredukowania minimum separacji pionowej (Reduced Vertical Separation Minimum Programme – RVSM). Program RVSM zredukował separacje pionowe między odpowiednio wyposażonymi samolotami z 2000 do 1000 ft w przedziale od FL 290 do FL 410. Zastosowanie RVSM pozwala wykorzystać sześć dodatkowych poziomów przelotowych, co znacząco zwiększa przepustowość przestrzeni powietrznej, umożliwiając także bardziej ekonomiczne, pod względem zużycia paliwa, profile lotu. Należy zaznaczyć, że tylko statki powietrzne mające certyfikat do wykonywania lotów w przestrzeni RVSM mogą z niej korzystać. Inne statki powietrzne mogą wykonywać loty poza tą przestrzenią. Wprowadzenie dodatkowych poziomów umożliwia dwukrotnie szybsze uzyskanie separacji pionowej, co istotnie zwiększa bezpieczeństwo ruchu lotniczego.

⁶ Załącznik do Obwieszczenia nr 19 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 13 listopada 2012 r.

⁷ Zarządzanie ruchem lotniczym – Doc 4444, wydanie 15, 2007 r.

⁸ Operacje statków powietrznych (Doc 8168) Tom I – Procedury lotu, wyd. 5, 2006 r.

Pierwszy ustanowiony nakaz wyposażenia samolotów w pokładowy system zapobiegania kolizjom TCAS II był wprowadzony przez Federalną Administrację Lotnictwa w przestrzeni Stanów Zjednoczonych. Zarządzenie w tej sprawie weszło w życie 30 grudnia 1993 roku [...] *wszystkie cywilne samoloty z silnikami turbino- wymi przewożące więcej niż 30 pasażerów i wykonujące loty w obrębie amerykańskiej przestrzeni powietrznej musiały być wyposażone w TCAS II.* Od tej daty liczba samolotów długodystansowych wyposażonych w TCAS II i operujących w europejskiej przestrzeni ciągle wzrastała, chociaż nie było to nakazane ustawowo.

W 1995 roku Eurocontrol zatwierdziła plan obowiązkowego wyposażenia samolotów w ACAS II w Europie. Strategia wdrażania ACAS wymagała, by:

– od 1 stycznia 2000 roku wszystkie cywilne samoloty z silnikami turbinowymi, mające maksymalną masę startową przekraczającą 15 000 kg albo maksymalną zatwierdzoną konfigurację miejsc siedzących większą niż 30, były wyposażone w ACAS II z wersją oprogramowania 7.0;

– od 1 stycznia 2005 roku wszystkie cywilne samoloty z silnikami turbinowymi, mające maksymalną masę startową powyżej 5700 kg albo maksymalną zatwierdzoną konfigurację miejsc siedzących większą niż 19, były wyposażone w ACAS II.

ZASADY DZIAŁANIA

Działanie systemu antykolizyjnego opiera się na wykorzystaniu sygnałów transpondera⁹ radaru wtórnego. Należy zwrócić uwagę na to, że TCAS nie jest systemem nawigacyjnym, gdyż nie umożliwia określenia pozycji statku powietrznego.

ACAS jest zaprojektowany do pracy autonomicznej i niezależnej od nawigacyjnego wyposażenia samolotu oraz systemów naziemnych używanych przez służby ruchu lotniczego. Przez anteny kierunkowe wysyła zapytanie i odbiera odpowiedzi transponderów wszystkich samolotów znajdujących się w pobliżu. Opierając się na odebranej odpowiedzi, system wyliczy skośny zasięg i zamiar do okolicznych samolotów oraz wysokość względem pozycji własnej.

Można uznać, że TCAS pracuje jako uproszczony radar wtórny. Wysyła zapytania na częstotliwości 1030 MHz i odbiera odpowiedzi z transponderów innych samolotów na częstotliwości 1090 MHz, za pomocą zestawu anten kierunkowych, po czym określa sektor w przestrzeni i kierunek przemieszczania się sygnałów. Na tej podstawie jest wyliczony czas do ewentualnej kolizji. Jeżeli tak śledzony statek powietrzny odpowiada na zapytania TCAS rodzajem pracy (modem) C lub S, system określi czas potrzebny do osiągnięcia punktu kolizyjnego. Odbierając sygnały z transpondera, TCAS może śledzić pozycje samolotów będących w pobliżu, ale nie wszystkich – jego przepustowość jest ograniczona – może efektywnie śledzić do 30 samolotów. Jeżeli w pobliżu znajdzie się ich większa liczba, TCAS wybierze te, które stanowią największe zagrożenie.

Procesor TCAS sprawdza sygnały kolejnych odpowiedzi transponderów i oblicza odległość do zbliżającego się samolotu. Dzielnik odległość przez prędkość zmiany odległości, jest wyliczany czas (w sekundach) do punktu kolizyjnego (Closest Point of Approach – CPA). Ten parametr jest podstawą zadziałania alarmu. Wartość czasu jest głównym parametrem przy generowaniu rodzajów alarmów. Jeżeli transponder samolotu odbiera informacje o wysokości z innych transponderów, TCAS wylicza także czas do osiągnięcia tej samej wysokości.

W lotnictwie obowiązuje standard ACAS pracujący na poziomie II (ACAS II)¹⁰ z wersją oprogramowania 7.0 (obecnie wersja 7.1). Jest przystosowany do pracy w dwóch modach: A/C i S. ACAS w wersji II, oprócz ostrzeżenia ruchowego (Traffic Advisory), udziela także ostrzeżenia doradczego (Resolution Advisories – RAs), czy-

⁹ Transponder jest bezprzewodowym urządzeniem komunikacyjnym, które automatycznie odbiera, moduluje, wzmacnia i odpowiada na sygnał przychodzący w czasie rzeczywistym.

¹⁰ ACAS został oficjalnie uznany przez ICAO 11 listopada 1993 r. W listopadzie 1995 r. ACAS II został zatwierdzony przez Radę ICAO, a wymagane standardy opublikowano jako *Standard & Recommended Practices ICAO (SARPs)*.

li określa manewry, które powinni wykonać piloci, aby uniknąć kolizji.

Istnieją dwa poziomy RAs: zapobiegawczy (preventive) i wykonawczy (positive). Zapobiegawcze RAs informują pilota, że zmiana wysokości lub kursu może spowodować konflikt, wykonawcze RA doradzają manewr pionowy, aby uniknąć kolizji. Należy zwrócić uwagę na fakt, że zalecana procedura uniknięcia kolizji dotyczy tylko płaszczyzny elewacyjnej. W razie współpracy z transponderami lub radarem wtórnym pracującym w modzie „S” na poziomie drugim i wyższych inne samoloty lub organy kontroli ruchu lotniczego (Air Traffic Control – ATC) są powiadamiane o RAs i wykonywanym manewrze.

Jak wspomniano, ACAS może generować dwa typy alarmów:

- ostrzeżenie ruchowe, które pomaga pilotowi we wzrokowej lokalizacji samolotu zagrażającego („intruza”) oraz ostrzega o potencjalnej możliwości otrzymania ostrzeżenia doradczego;

- ostrzeżenia doradcze są zalecanymi manewrami antykolizyjnymi proponowanymi pilotowi. Jeżeli dwa statki powietrzne są wyposażone w ACAS, ich systemy koordynują RAs za pośrednictwem modu S, zalecając wzajemnie dopełniające się propozycje rozwiązań.

ACAS nie jest sprzężony z autopilotem, pilot musi więc wykonać manewr unikowy sterując samolotem ręcznie. Wypuszczenie klap i podwozia powoduje, że system będzie pracował, ale nie będzie generował ostrzeżeń doradczych. Wypuszczenie podwozia oznacza, że samolot znajduje się w pobliżu lotniska i będzie podchodził do lądowania. W pobliżu lotnisk minima separacji są znacznie mniejsze niż na trasach, a liczba samolotów znajdujących się w zasięgu systemu będzie większa, gdyż dochodzą jeszcze maszyny, które znajdują się na ziemi. Aby nie generować fałszywych alarmów, funkcja RA po przekroczeniu pewnej wysokości staje się nieaktywna.

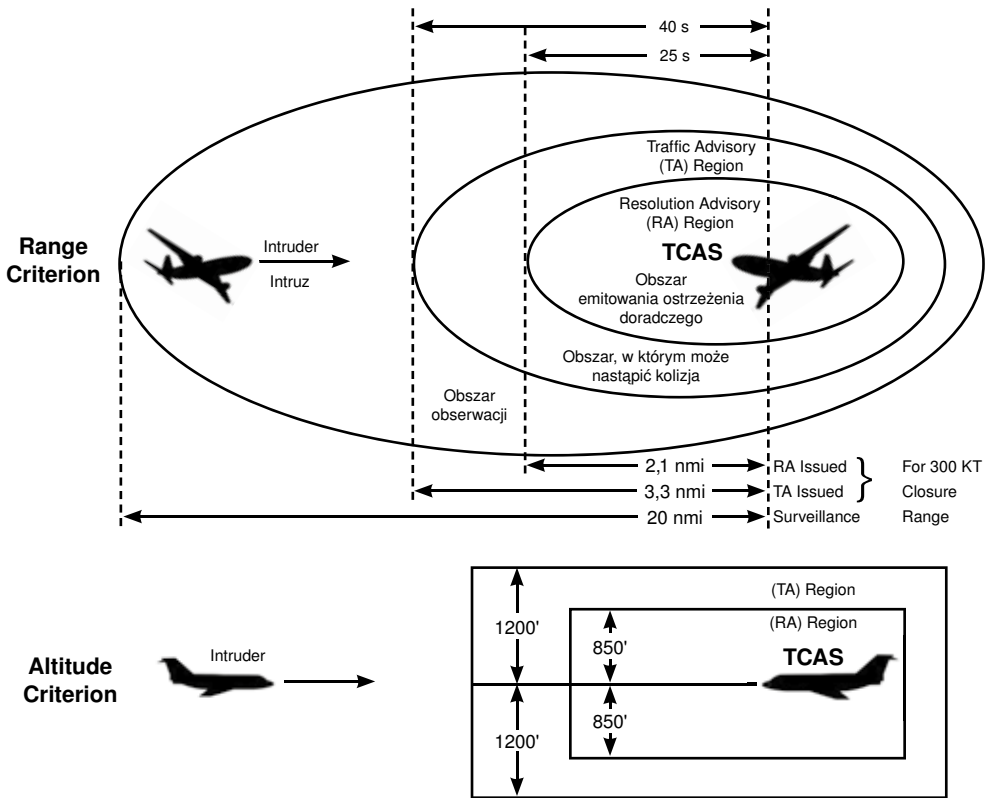
Jak wspomniano, działanie pokładowego systemu zapobiegania kolizjom jest oparte na pomiarze czasu, jaki upłynie do osiągnięcia najbliższego punktu spotkania z naruszcycielem (CPA). Funkcja ta zawiera też opcję strefy ochronnej (DMOD), niezbędną do wzbudzenia TA/RA przy

Jednakowa interpretacja

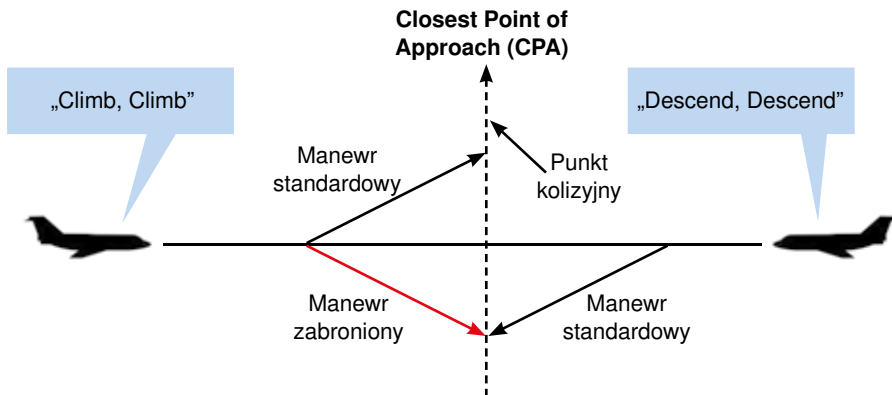
■ Po katastrofie lotniczej nad Jeziorem Bodeńskim w 2002 roku zmieniono procedury użytkowania TCAS. W tej chwili są one jednoznaczne. Można je ująć następująco: [...] jeżeli wygenerowane zostało RA, pilot ma obowiązek wykonać komendę, a kontroler ruchu lotniczego nie ma prawa wydać komendy z nim sprzecznej. Po ustaniu zagrożenia kontroler przejmuje odpowiedzialność za zachowanie separacji.

niewielkim tempie zbliżania się obiektów. Jeżeli impulsy odpowiedzi transpondera pokładowego zawierają zakodowaną wysokość, system wylicza także różnicę wysokości w CPA.

ACAS wykorzystuje do identyfikacji zagrożenia takie parametry statku powietrznego, jak: wysokość; prędkość zmian wysokości w funkcji czasu; odległość bezpośrednią; prędkość zmian odległości bezpośredniej; poziom czułości pokładowego systemu zapobiegania kolizjom zbliżającego się statku powietrznego. Na podstawie informacji wejściowych określa parametry związane z samolotem mogącym stworzyć zagrożenie w ruchu (TCAS Intruder). Podstawowe mierzone wielkości to: odległość między własnym samolotem a TCAS Intruder oraz względny na niego namiar. Kolejne parametry to wysokość lotu oraz prędkość pionowa TCAS Intruder, a także prędkość zbliżania się do siebie samolotów znajdujących się na kursach kolizyjnych. Obszar obserwacji i sygnalizacji w poziomie i w pionie przedstawiono na rysunku 1. Jeżeli system obliczy czas do osiągnięcia najbliższego punktu spotkania z naruszcycielem, który będzie krótszy niż 40 sekund, zostanie wygenerowane



RYS. 1. Obszar obserwacji i sygnalizacji systemu



RYS. 2. Manewry antykolizyjne dla statków powietrznych wyposażonych w TCAS

OPRACOWANIE WŁASNE (2)

ostrzeżenie ruchowe. Jeżeli czas ten będzie krótszy niż 25 sekund – system wygeneruje manewr, jaki pilot powinien wykonać, by uniknąć kolizji.

W kokpicie samolotu znajduje się wskaźnik, na którym są wyświetlane:

- obiekty znajdujące się w zasięgu działania systemu;
- komendy nakazowe do wykonania manewru w pionie (nakazana wartość prędkości wznoszenia lub opadania).

MANEWR ANTYKOLIZYJNY

Gdy zagrożenie zostaje wykryte, pokładowy system zapobiegania kolizjom zaczyna planowanie manewru antykolizyjnego. Pierwszym krokiem jest wybranie kierunku manewru – w górę lub w dół. Procedura jest wykonywana dwuetapowo:

- etap I – wybór kierunku manewru, gwarantujący największą separację pionową;
- etap II – określenie prędkości pionowej manewru w celu zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa.

Zdarza się, że na skutek manewrów „intruza” wypracowana wartość manewru ucieczki jest niewystarczająca i pilot jest zmuszony do zwiększenia prędkości pionowej. Ma to miejsce wtedy, gdy dotychczasowa propozycja manewru może nie zapewnić wystarczającej odległości, aby uniknąć kolizji, lub może nastąpić zmiana manewru na inny. Modelując manewr ucieczki, procesor urządzenia antykolizyjnego zakłada, że „własny” samolot będzie reagował na zagrożenie (wykona manewr) dość energicznie.

W wypadku zagrożenia ze strony samolotu wyposażonego w TCAS II, zanim zostanie określony kierunek manewru pionowego, system sprawdzi: czy nie został odebrany sygnał o intencjach drugiej maszyny, by na jego podstawie wypracować manewr przeciwny. W odniesieniu do dwóch samolotów wyposażonych w TCAS, dla jednego z nich zostanie wypracowany sygnał nakazujący manewr w dół (Descent), dla drugiego – w górę (Climb) – rys. 2.

Po wykonaniu poleceń systemu antykolizyjnego i gdy sytuacja ruchowa nie stwarza innych zagrożeń, zostają kasowane propozycje rozwiązań ruchowych i jest ogłaszany komunikat Clear of

conflict. Pilot musi wtedy powrócić do wykonywania lotu według planu.

Trzeba pamiętać, że system generuje propozycje uniknięcia kolizji wyłącznie za pomocą manewrów w płaszczyźnie pionowej. Oprócz informacji wizualnej, prezentowanej na wskaźniku, system generuje komunikaty głosowe:

- ostrzeżenie o możliwości wystąpienia kolizji (Traffic Advisory – TA);
- komendy nakazujące wykonanie odpowiedniego manewru w pionie (Resolution Advisory – RA). Dzięki wymianie informacji w modzie „S” komendy nakazujące dla statków powietrznych zagrożonych kolizją zawsze będą komplementarne (wzajemnie się uzupełniające).

Propozycje ruchowe mogą podawać odległość, prędkość zmiany odległości, prędkość w pionie i azymut stanowiącego zagrożenie statku powietrznego. Niezawierające informacji o wysokości mogą być również dostarczane przez statki powietrzne wykorzystujące mod A lub S i nieposiadające zdolności automatycznego podawania wysokości. Informacje zawarte w propozycjach TA są traktowane jako pomoc dla załogi statku powietrznego, która pozwala na lokalizację zagrożenia.

Jeżeli układ logiczny w komputerze TCAS ustali, że spotkanie ze znajdującym się w pobliżu statkiem powietrznym może się zakończyć kolizją lub sytuacją jej bliską, wówczas procesor obliczy właściwy manewr pionowy. Wykonany manewr zapewni bezpieczną odległość w pionie, w granicach wyznaczonych przez charakterystyki prędkości wznoszenia się i odległość od ziemi statku powietrznego wyposażonego w TCAS.

Propozycje rozwiązania dostarczane pilotowi można podzielić na dwie kategorie: propozycje korygujące, instruujące pilota, aby zmienił dotychczasowy tor lotu (np. „Wznies się”, kiedy tor lotu statku powietrznego jest poziomy), oraz prewencyjne, doradzające pilotowi, aby utrzymywał lub unikał określonych prędkości pionowych (na przykład „Nie wznos się”, kiedy tor lotu statku powietrznego jest poziomy).

W normalnych warunkach pokładowy system zapobiegania kolizjom wysyła tylko jedną komendę nakazującą w czasie spotkania z jednym



RYS. 3. Wskaźnik TCAS z widocznymi symbolami samolotów

samolotem stanowiącym zagrożenie lub większą ich liczbą. Jest ona wysyłana, gdy statek powietrzny zaczyna stanowić zagrożenie i utrzymywana dopóki jakikolwiek inny nadal stanowi zagrożenie. Propozycja RA jest kasowana w momencie, w którym (ostatni) zagrażający statek powietrzny przestaje stanowić zagrożenie. Jednak propozycja udzielana załodze statku powietrznego, jako część propozycji RA, może być modyfikowana. Może być wzmocniona, nawet jej kierunek może zostać zmieniony na przeciwny, jeżeli samolot zagrażający zmienia swoją wysokość lub kiedy detekcja drugiego lub trzeciego zagrażającego statku powietrznego zmienia początkowe wyliczenia dotyczące spotkania. Propozycja może też być osłabiona, kiedy zostanie osiągnięta odpowiednia separacja, a jakiś zbliżający się statek powietrzny nadal stanowi zagrożenie.

ZOBRAZOWANIA INFORMACJI NA WSKAŹNIKACH POKŁADOWYCH

Na rysunku 3 pokazano wskaźnik TCAS wraz z symbolami samolotów oraz zalecany manewr w celu uniknięcia kolizji. Widoczne są symbole samolotów oraz manewr RA zalecający wzniesienie od 1500 do 2000 ft/min.

Zielony sektor oznacza zalecany zakres prędkości pionowej. Symbole samolotów oznaczają:

- niebieski lub biały obrys rombu – samoloty niekolizyjne;
- niebieski lub biały romb – bliski, ale niekolizyjny;
- żółte kółko to obiekt zagrażający, którego obecność spowodowała wyemitowanie ostrzeżenia ruchowego;
- czerwony kwadrat wskazuje na obiekt niebezpieczny, poruszający się po torze kolizyjnym względem toru „naszego” samolotu, którego obecność spowodowała wyemitowanie komend manewrowania RA.

Przy symbolu jest podana wysokość w setkach stóp (względem własnego samolotu) i strzałka oznaczająca wznoszenie lub zniżanie. Przedstawiane na wskaźniku informacje, wypracowane przez system, muszą pozwolić pilotowi na uzyskanie pełnej wiedzy na temat sytuacji i skali zagrożenia. Dlatego też, oprócz symboli samolotów będących w pobliżu, są prezentowane:

- symbol określający położenie „własnego” samolotu;
- symbole określające położenie innych samolotów (intruders);
- zakres działania systemu w przedniej półsfery (wartość RNG¹¹ w prawym, górnym rogu);
- kropkowany okrąg o promieniu 2 NM;
- skala wariometru nakazowego, o zakresie dla obu kierunków (wznoszenia i opadania) od 0 do 6000 ft/min;
- wskazówka bieżącej wartości prędkości pionowej;
- zakresy na skali wariometru: czerwony – zabroniony zakres wartości prędkości pionowej, zielony – nakazany zakres wartości prędkości pionowej.

Wskaźniki TCAS to w większości wskaźniki wskazujące pionową prędkość wznoszenia/zniżania (Vertical Speed Indicator – VSI). Poszczególne ich typy mogą się różnić między sobą sposobem prezentowanej informacji oraz

¹¹ RNG oznacza zasięg radiowy (Radio Range).

Tabela. Ostrzeżenia głosowe TCAS II

Typ doradczy	Znaczenie dla zniżania	Znaczenie dla wznoszenia
Moduł TA	TRAFFIC, TRAFFIC	
Początkowy zapobiegawczy moduł RA	Kontroluj prędkość pionową (Monitor Vertical Speed)	Kontroluj prędkość pionową (Monitor Vertical Speed)
Poprawczy RA	Zniżaj się, zniżaj się (Descend, Descend)	Wznos się, wznos się (Climb, Climb)
Umacniający RA	Zwiększ zniżanie (Increase Descend)	Zwiększ wznoszenie (Increase Climb)
Słabnący RA	Ustal pionową prędkość, ustal... (Adjust Vertical Speed, Adjust)	Ustal pionową prędkość, ustal... (Adjust Vertical Speed, Adjust)
Zmieniające się znaczenie RA	Zniżaj się, zniżaj się NATYCHMIAST (Descend, Descend NOW)	Wznos się, wznos się NATYCHMIAST (Climb, Climb NOW)
RA z przejściem wysokości	Zniżaj się, przetnij zejście, zniżaj, przetnij zejście (Descend, Crossing Descend, Descend, Crossing Descend)	Wznos się, przetnij wznoszenie, wznos, przetnij wznoszenie (Climb, Crossing Climb, Climb, Crossing Climb)
RA do utrzymania prędkości pionowej	Utrzymuj prędkość pionową, utrzymuj (Maintain Vertical Speed, Maintain)	Utrzymuj prędkość pionową, utrzymuj (Maintain Vertical Speed, Maintain)
RA do utrzymania prędkości pionowej z przejściem wysokości	Utrzymuj prędkość pionową, przetnij utrzymanie (Maintain Vertical Speed, Crossing Maintain)	Utrzymuj prędkość pionową, przetnij utrzymanie (Maintain Vertical Speed, Crossing Maintain)
RA do redukcji prędkości pionowej	Ustal prędkość pionową, ustal (Adjust Vertical Speed, Adjust)	Ustal prędkość pionową, ustal (Adjust Vertical Speed, Adjust)
Końcowa wiadomość RA	Wolny od konfliktu (Clear of Conflict)	

Źródło: ASARP Work Package 6.1 – ACAS Programme

dodatkowymi elementami sterowania. Wyróżniamy dwa typy wskaźników:

- TA/RA VSI – przedstawiające graficznie komendy nakazowe oraz sytuację w ruchu związaną z możliwością wygenerowania ostrzeżenia o niebezpieczeństwie kolizji;

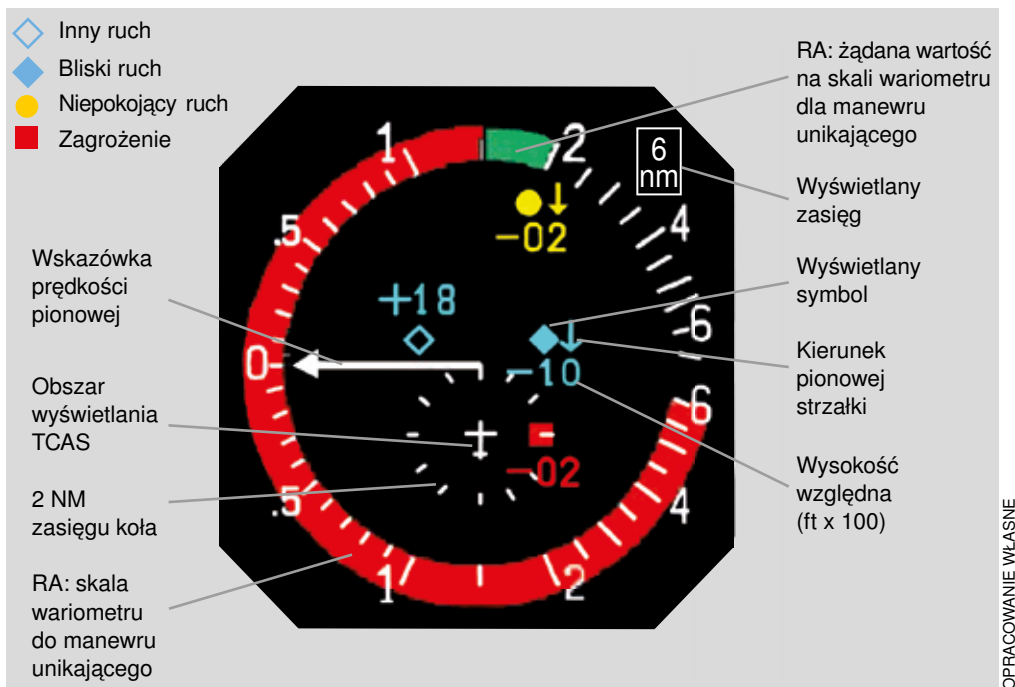
- RA VSI – przedstawiający graficznie jedynie komendy nakazowe.

Zależnie od wyposażenia danego statku powietrznego oraz konfiguracji jego urządzeń i systemów awionicznych wskazania TCAS mo-

gą być również prezentowane na wskaźnikach EFIS lub radaru pogodowego.

W zależności od poziomu zagrożenia kolizją, jaki stwarza dany obiekt (TCAS Intruder), może on być oznaczony na wyświetlaczu jednym z czterech symboli. System decyduje o jego wyborze na podstawie położenia obiektu względem samolotu własnego oraz jego prędkości zbliżania się.

Przy symbolu danego obiektu jest wyświetlany jego poziom lotu względem własnego samolotu w postaci dwóch cyfr poprzedzonych znakiem



RYS. 4. RA na klasycznym wyświetlaczu

„+” lub „-”. Względny poziom lotu jest wyrażony w setkach ft, na przykład: „+ 17” – oznacza, że obiekt znajduje się 1700 ft powyżej; „- 06” – obiekt znajduje się 600 ft poniżej własnego samolotu. Jeśli prędkość pionowa obiektu będzie ≥ 500 ft/min, to przy jego symbolu pojawi się również strzałka wskazująca kierunek zmiany wysokości:

- obiekt jest na wznoszeniu,
- obiekt jest na zniżaniu.

W systemie elektronicznych przyrządów lotu (Electronic Flight Instrument System – EFIS¹²) w kabinie samolotu informacja z TCAS jest prezentowana na podstawowym wyświetlaczu lotu (Primary Flight Display – PFD¹³) dla RA i na nawigacyjnym wyświetlaczu (Navigation Display) dla wyświetlania ruchu. Istnieją dwie koncepcje podstawowego wyświetlacza lotu:

- wyświetlanie na sztucznym horyzoncie (rys. 4): RA jest przedstawiony jako czerwony lub pomarańczowy obszar trapezoidu, pokazujący pilotowi wartości wysokości lotu do omiñania;

- wyświetlanie na wariometrze: moduł RA jest pokazany w ten sam sposób, jak w klasycznych kokpitach. Czerwony obszar oznacza niedozwolone prędkości pionowe, zielony wskazuje pilotowi wymaganą prędkość pionową.

W kokpicie znajdują się głośniki, które służą do dźwiękowego (głosowego) ostrzeżenia załogi o zagrożeniach. W tabeli podano znaczenie i zasady oznajmiania modułów doradczych TA i RA generowanych przez TCAS.

WYKORZYSTANIE SYSTEMU

Ocena osiągnętych TCAS II w Europie i kontrola jego wprowadzenia dowiodły, że wyposażenie to

¹² Electronic Flight Information System (EFIS) – system wyświetlający informacje w czasie lotu, takie jak wysokość, kurs, pozycje, zaplanowaną trasę. Jest skomponowany z *Electronic Attitude Display Indicator, Electronic Horizontal Situation Indicator, Primary Flight Display i Navigation Display*.

¹³ Primary Flight Display – informacje związane z położeniem samolotu i danymi dotyczącymi lotu.

znacząco podniosło bezpieczeństwo lotów. W niebezpiecznych sytuacjach wygenerowanie ostrzeżenia pozwala na wizualne zlokalizowanie zagrożenia i podjęcie przez pilota działania umożliwiającego uniknięcie kolizji. Jednak zdarzają się sytuacje, że pilot wykonując manewr zgodny z RA, odchyła się o wartość większą niż jest to konieczne. Zostały zarejestrowane odchylenia większe niż 1000 ft, gdy przeciętne odchylenie wynosiło około 650 ft. Często informacja o manewrowaniu zgodnie z RA przekazana przez pilota nie jest zrozumiała dla kontrolera. Problemy pojawiają się również przy nieprawidłowym zrozumieniu informacji wyświetlanych na wskaźniku. Niektórzy piloci nie reagują na informację pochodzącą z TCAS, kiedy dysponują informacją od kontrolera. W razie pojawienia się ostrzeżenia doradczego tracą cenne sekundy w początkowej fazie wykonania manewru związanego z rozwiązaniem sytuacji konfliktowej.

Dla kontrolera ruchu lotniczego wygenerowanie przez system antykolizyjny ostrzeżenia doradczego jest postrzegane jako odstępianie od bieżącego planu lotu. Kontroler jest zaniepokojony tym, że może się pojawić możliwość powstania konfliktu z innymi samolotami. Trzeba jednak pamiętać, że pokładowy system zapobiegania kolizjom ma możliwość jednoczesnego analizowania wielu zagrożeń i wypracowania takiego rozwiązania, które uwzględni najwyższy poziom zagrożenia.

Wskazania pokładowego systemu zapobiegania kolizjom, prezentowane na odpowiednich wskaźnikach, służą do okazania pomocy pilotom w aktywnym poszukiwaniu i do wzrokowej obserwacji konfliktowej sytuacji w ruchu lotniczym oraz zapobieżenia potencjalnym kolizjom. Postępowanie pilota, wynikające ze wskazań i komunikatów głosowych wygenerowanych przez TCAS, powinno być zgodne z takimi zasadami, jak:

- nie można wykonywać manewru statkiem powietrznym tylko na podstawie informacji o manewrach doradczych dotyczących ruchu;
- w wypadku uzyskania informacji o manewrze doradczym piloci wykorzystują wszystkie dostępne informacje, by przygotować się do wykonania manewru zgodnego z RA;

– w razie wygenerowania przez system RA pilot jest zobowiązany do:

- bezzwłocznego podjęcia działań, zgodnie ze wskazanym rozwiązaniem doradczym, jeżeli nie naraża ono bezpieczeństwa samolotu,
- postępowania zgodnie z rozwiązaniem doradczym, nawet jeżeli pozostaje ono w sprzeczności z instrukcją kontroli ruchu lotniczego, i wykonania określonego manewru,
- niewykonywania manewrów sprzecznych z RA,
- jak najszybszego, na ile pozwalają na to obowiązki, zawiadomienia organu ATC o wykonywanym manewrze, łącznie z kierunkiem odchylenia od zezwolenia kontroli ruchu lotniczego,
- bezzwłocznego postępowania zgodnie ze zmodyfikowanymi doradczymi informacjami,
- ograniczenia zmiany trajektorii lotu do niezbędnego minimum w celu spełnienia rozwiązań doradczych,
- bezzwłocznego powrotu do poprzedniej trajektorii lotu określonej w zezwoleniu ATC po rozwiązaniu konfliktu,
- powiadomienia organów kontroli ruchu lotniczego o powrocie na trasę zgodną z aktualnym zezwoleniem¹⁴.

Pokładowy system zapobiegania kolizjom musi być traktowany jako ostatni system ratunkowy. Algorytm unikania kolizji lub inaczej algorytm Collision Avoidance System (CAS) jest oparty na dwóch poziomach: poziomie czułości (wrażliwości) i czasie ostrzegawczym.

Poziom czułości systemu jest funkcją wysokości i określa poziom ochrony. Czas ostrzegawczy jest oparty głównie na czasie zbliżania (a nie na odległości zbliżania) do punktu ewentualnej kolizji. Obejmuje dodatkowy zasięg ochronny w wypadku małych prędkości zbliżania. Musi zaistnieć równowaga między ochroną, którą dostarcza algorytm uniknięcia kolizji, i ogłoszeniem alarmu. Osiąga się ją dzięki kontrolowaniu poziomu czułości systemu. Ustanawia on teoretyczny rozmiar „chronionego obszaru” wokół

¹⁴ Operacje statków powietrznych (PL-8168), część VIII, rozdział 3.

każdego samolotu wyposażonego w TCAS. Poziom czułości zależy od wysokości lotu własnego samolotu i zmienia się od 1 do 7. Większy poziom czułości zapewnia większą ochronę.

Dla pilotów są dostępne trzy tryby operacyjne: „Czekać” (Stand-by), „Tylko-TA” (TA-Only), „Automatyczny” (Automatic). Algorytm konwertuje trzy tryby do poszczególnych poziomów wrażliwości:

- kiedy jest wybrany tryb Stand-by (SL-1), TCAS nie wysyła sygnałów zapytania. Normalnie tryb ten jest używany, kiedy samolot znajduje się na ziemi, albo kiedy system nie jest włączony;

- w trybie TA-Only, TCAS wykonuje nadzór, ale jest dostarczany tylko TA – system nie dostarcza RA;

- kiedy pilot wybierze tryb Automatic (SL-2), TCAS automatycznie wybiera poziom czułości, który jest uzależniony od aktualnej wysokości własnego samolotu. SL-2 jest wybrane, kiedy samolot znajduje się na wysokości od 0 do 1000 ft AGL, zgodnie z wysokością pochodzącą z radiowysokościomierza. Ten SL jest zgodny z rodzajem pracy TA-Only. Przy SL od 3 do 7 są dostarczane ostrzeżenia TA i RA. Do określenia poziomu wrażliwości powyżej 2600 ft AGL algorytm wykorzystuje informacje o wysokości pochodzące z wysokościomierza barometrycznego.

NIEZBĘDNY

Pokładowy system zapobiegania kolizjom zaprojektowano do zabezpieczenia przed kolizją samolotów zbliżających się z prędkością poziomą do 1200 kt i pionową do 10 000 ft/min. Znacząco podnosi bezpieczeństwo lotu, jednak nie potrafi eliminować ryzyka kolizji w całości. Używając informacji nadzoru (skośny zasięg, namiar i wysokość), dostarczanej w każdej sekundzie (każde pięć sekund w razie „zredukowanego nadzoru”), algorytm CAS konfiguruje prędkość zbliżania się każdego obiektu w obrębie zasięgu nadzoru po to, by określić czas spotkania w CPA i poziom omińnięcia zagrożenia. Jeśli obiekt został wyposażony w transponder, który koduje wysokość, CAS oblicza różnicę wysokości obiektu w CPA.

Funkcja ostrzegawcza używa uproszczonego algorytmu, podobnie do trybu wykonawczego

generującego algorytm, ale z większym progiem alarmowania. Progi pionowego zadziałania dla TA to 850 ft powyżej i poniżej wyposażonego w TCAS samolotu, lecącego poniżej poziomu lotu 420 (FL420) i 1200 ft dla samolotu lecącego powyżej FL420.

Gdy wystąpi zagrożenie, TCAS używa dwustopniowego procesu do wyboru RA. Pierwszy stopień to wybór manewru w górę lub w dół. W wyniku pionowego i poziomego śledzenia powstaje wzór ścieżki „intruza” do punktu ewentualnej kolizji. Algorytm CAS konfiguruje przewidzianą pionową separację dla każdego z dwóch przypadków i wybiera tę, która zapewnia największą pionową odległość od samolotu intruza.

W czasie rozwiązywania konfliktu główny manewr doradczy jest ciągle szacowany i może być modyfikowany przez wzrost lub osłabienie pionowej prędkości wznoszenia/zniżania. Osłabienie RA powinno zmniejszyć pionowe odchylenie. Po wyborze manewru przypadkowo zagrażający samolot może manewrować pionowo „psując” idee trybu RA. Wyposażony w TCAS samolot będzie wtedy musiał: albo zwiększyć pionową prędkość od 1500 do 2500 ft/min lub odwrócić wykonywanie manewru. Tylko jeden odwrotny manewr jest możliwy podczas pojedynczego konfliktu.

TCAS radzi sobie w sytuacjach z wieloma zagrożeniami. Jest to możliwe dzięki:

- analizie sytuacji z pojedynczym RA – w ten sposób będzie utrzymywał bezpieczną pionową odległość z każdym zagrażającym samolotem;

- wybraniu trybu RA, który jest złożony z niesprzecznych restrykcji wznoszenia i opadania. ■

Plk dr inż. Tadeusz Compa jest absolwentem WOSL i Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. Pracę doktorską obronił na Wydziale WLiOP AON w 1996 r. Służył jako nawigator klucza rozpoznawczego w 56 pśb oraz nawigator samolotu transportowego w 23 lotniczej esk. Od 1989 r. adiunkt w WOŚSP, następnie kierownik Katedry Nawigacji Lotniczej. Obecnie jest dziekanem Wydziału Bezpieczeństwa Narodowego i Logistyki.

Sierz. pchor. Łukasz Lasek jest studentem V roku w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych.



ppor. pil.
JACEK ANDRZEJ CHORZEWSKI
 33 Baza Lotnictwa Transportowego

Monitorowanie statków powietrznych

Umiejętne diagnozowanie i prognozowanie są decydującymi elementami wpływającymi na bezpieczeństwo lotów.

Charakterystyka współczesnych statków powietrznych zmusza ich projektantów do stworzenia konstrukcji spełniającej odpowiednie wymagania. Jednym z nich, oprócz osiągnięć, parametrów lotnych i eksploatacyjnych, jest czas eksploatacji. Powinien być jak najdłuższy – ponad 25 lat – dlatego im bardziej zaawansowany technicznie obiekt, to wymaga uważniejszej i bardziej profesjonalnej eksploatacji. Jej model powinno się opracowywać już w fazie projektowania.

Wszystkie tezy i założenia projektantów, konstruktorów, technologów są weryfikowane podczas eksploatacji. Oznacza to, że niedocenienie przyszłych warunków pracy, pominięcie pewnych elementów, zaniedbania są przyczynami usterek, awarii czy katastrof lotniczych. Dlatego wszystkie etapy tworzenia konstrukcji mają tak wysoki stopień zaawansowania i złożoności. To właśnie podczas eksploatacji ujawnia się konieczność modernizacji statku powietrznego, czasem nawet wymiany na nowy.

POTRZEBY

Każdy obiekt techniczny (OT) podlega sprawdzaniu sprawności. Orzeka się ją na podstawie

przeprowadzanych prób i badań, a nowo zaprojektowane statki powietrzne poddaje badaniom, których celem jest określenie, czy konstrukcja spełnia wymogi taktyczno-techniczne i obowiązujące normy. Ich rezultatem jest uzyskanie certyfikatu (homologacji). Badania przeprowadza się zarówno w locie, jak i na ziemi.

Ze względu na zależności między elementami konstrukcji i ich oddziaływanie na cały obiekt techniczny konieczne są badania statku powietrznego w trakcie eksploatacji pod kątem jego niezawodności oraz stanu technicznego, a także określenie terminu kolejnego badania. Określa się je mianem diagnostycznych. Są one przeprowadzane przez przeszkolonych pracowników technicznych z wykorzystaniem wyspecjalizowanego sprzętu oraz przygotowanych i wyposażonych stanowisk. Personel ten oprócz znajomości obsługi sprzętu powinien mieć intuicję badawczą i doświadczenie.

Mimo wciąż poprawiającej się jakości badań diagnostycznych i rozwoju technologii projektowania, obliczeń i produkcji konstrukcji, czynniki wpływające na powstawanie usterek są niezmienne. Są to: procesy tarcia, zużycia, starzenia się materiałów, zmęczeniowe, korozja, a także

Tabela 1. Sygnały diagnostyczne

Sygnały diagnostyczne		
Statyczne	Dynamiczne	Mieszane
<ul style="list-style-type: none"> • Zmiana wielkości geometrycznych • Koncentracja produktów zużycia • Zmiana luzów • Pomiar pęknięć 	<ul style="list-style-type: none"> • Charakterystyki drganiowe • Charakterystyki akustyczne • Charakterystyki przejściowe • Zmiany termiczne powierzchni 	<ul style="list-style-type: none"> • Bieżący pomiar koncentracji produktów zużycia • Bieżący pomiar składu spalin • Bieżący pomiar temperatur i ciśnień

Źródło: J. Lewitowicz: *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*. W: *Badania eksploatacyjne statków powietrznych*. T. 4. Warszawa 2007, s. 320.

wpływ człowieka na eksploatację oraz czynniki chemiczne¹.

Od badań diagnostycznych wymaga się przede wszystkim tego, aby były skuteczne (fot.). Dlatego też wykonuje się je z wykorzystaniem różnych środków, do których zaliczamy metody, procedury i technologie oraz narzędzia i urządzenia diagnostyki technicznej. Metody diagnostyki technicznej to: diagnozowanie, generowanie i prognozowanie. Procedury i technologie mają charakter nieautomatyczny, półautomatyczny i automatyczny. Wśród narzędzi możemy wyszczególnić te, które służą do kontroli stanu technicznego oraz oprogramowania do opracowania diagnoz, genoz i prognoz².

Sygnały diagnostyczne wykorzystywane do diagnozowania przedstawiono w tabeli 1.

MONITOROWANIE STANU KONSTRUKCJI

Monitorowanie obciążeń to inaczej monitorowanie stanu konstrukcji (Structural Health Monitoring – SHM). Zazwyczaj znajduje ono zastosowanie w konstrukcjach, których uszkodzenie może być niebezpieczne, o dużym zagrożeniu nie tylko dla użytkownika, ale i dla osób postronnych. Odnosi się to na przykład do samolotów, satelitów, mostów. *SHM składa się z czujników wbudowanych w konstrukcję lub na niej*

*zamontowanych, członów wykonawczych, układów transmisji danych, jednostek obliczeniowych zintegrowanych z badanym obiektem w celu detekcji, lokalizacji, identyfikacji i predykcji rozwoju uszkodzeń, które mogą spowodować nieprawidłowe funkcjonowanie obiektu teraz lub w przyszłości*³.

Układy te wymagają również zasilania, co utrudnia ich projektowanie i zastosowanie na statku powietrznym. Konieczne jest, aby opracowywane elementy charakteryzowały się jak najmniejszym zużyciem energii elektrycznej⁴.

Monitorowanie stanu konstrukcji opiera się na metodach badań nieniszczących i jest przeprowadzane w czasie eksploatacji obiektu. Dzięki monitorowaniu stanu konstrukcji jej uszkodzenia mogą zostać wykryte już w początkowym stadium, co zapobiega ich dalszemu rozwojowi, czyli zmniejsza koszty eksploatacji i zwiększa bezpieczeństwo.

¹ J. Lewitowicz: *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*. W: *Badania eksploatacyjne statków powietrznych*. T. 4. Warszawa 2007, s. 316.

² Ibidem, s. 319.

³ T. Uhl: *Współczesne metody monitorowania i diagnozowania konstrukcji*. Gliwice 2010.

⁴ J. Balageas, C. Fritzen, A. Guemes: *Structural Health Monitoring Systems*. ISTE 2006; D. Adams: *Health Monitoring of Structural Materials and Components*. New York 2007.

Bieżące monitorowanie stanu konstrukcji jest nową metodą interdyscyplinarną, która wymaga uwagi już podczas jej projektowania, gdyż układy SHM zazwyczaj są z nią silnie skorelowane, często w nią wbudowane. Dlatego też są wyposażone w nie tylko najnowsze maszyny. Technologia ta ze względu na swoją złożoność i wcześnie stadium rozwoju jest użytkowana często w wersjach prototypowych. Jednak dąży się do jej wprowadzenia jako podstawowy element konstrukcji. Mimo dość wysokich kosztów jej wdrażania na danym modelu statku powietrznego, zmniejsza się przyszłe koszty eksploatacji, które są związane z występowaniem i rozwojem uszkodzeń, ze względu na to, że umożliwia zaplanowanie lub wykonanie prac remontowych na podstawie danych z układu (tab. 2).

W danej konstrukcji nie trzeba stosować wszystkich przedstawionych na rysunku 2 poziomów procedur SHM. Ich wykorzystanie zależy od wymagań stawianych konstrukcji, układowi i zadaniom, jakie statek powietrzny ma wypełniać. Poziom V dotychczas był poddawany próbom i badaniom, nie stosuje się go jeszcze na skalę przemysłową. Kierunek rozwoju technologii wskazuje, że w przyszłości należy się spodziewać wdrażania procedur SHM na V poziomie.

Systemy monitorowania wykorzystują dwie metody wykrywania i lokalizacji uszkodzeń. Są to:

- metody globalne, oparte na przykład na drganiach niskoczęstotliwościowych (do 1 kHz)⁵;
- metody lokalne, badające na przykład propagację fal sprężystych w zakresie ultradźwiękowym (fale Lambda, Rayleigha), metody impedancyjne w zakresie wysokich częstotliwości, metody ultradźwiękowe⁶.

W metodach globalnych określa się wyniki pomiarów całej konstrukcji, poprawność jej działania jako całości, metody lokalne natomiast badają występowanie określonych zjawisk podatnych na dane zagrożenia, które wywołują stany dynamiczne na stosunkowo niewielkim obszarze konstrukcji, charakterystycznym dla tych zjawisk.

Metody globalne pozwalają monitorować stan całego obiektu technicznego, nie wymagają rozbudowanej sieci czujników, gdyż nie jest ko-

nieczne określanie przybliżonej lokalizacji uszkodzenia. Ich wadą jest mała wrażliwość na uszkodzenia w początkowej fazie ich rozwoju i mały wpływ na konstrukcję.

Metody lokalne umożliwiają obserwację małych elementów obiektu technicznego, bez konieczności ich demontażu, i mają dużą wrażliwość na małe uszkodzenia. Ich wadą jest to, że wymagają rozbudowanej i gęstej sieci czujników. Każda z tych metod, mimo początkowych wysokich kosztów, pozwala na ich zmniejszenie w przyszłej eksploatacji obiektu oraz na jego dokładne monitorowanie i znaczne jakościowe powiększenie wiedzy o jego stanie technicznym.

Monitorowanie stanu konstrukcji w przyszłości będzie miało znaczący wpływ na zapewnianie bezpieczeństwa, w tym dostępności danych koniecznych dla misji kosmicznych o długim okresie trwania, opisanych w takich materiałach, jak „America’s Vision for Space Exploration”.

Głównym założeniem, które odróżnia system zarządzania stanem konstrukcji (Structural Health Management), klasyfikowany do zintegrowanego systemu zarządzania stanem obiektu (Integrated Vehicle Health Management – IVHM), od systemu monitorowania stanu konstrukcji (Structural Health Monitoring), jest nie tylko wymóg bieżącego monitorowania obiektu technicznego, ale i taka analiza oraz zarządzanie jego eksploatacją, by umożliwić loty o długim zasięgu bez konieczności międzylądowań i przeglądów technicznych, na przykład loty kosmiczne na Księżyc lub Marsa.

Czujniki wykorzystywane w tej technologii muszą z dużą dokładnością określać miejsce wy-

⁵ *Damage Identification Health Monitoring of Mechanical Systems from Changes of their Vibration characteristics. A literature review.* Los Angeles 1996; D. Adams, C. Farrar: *Identifying Linear and Nonlinear damage using frequency domain ARX models. Structural Health Monitoring.* „International Journal” 2002 cz. 1, nr 2, s. 185–201.

⁶ A. Raghavan, C. Cesnik: *Review of guided – waves structural health monitoring.* „The Shock and Vibration Digest” 2007, s. 91–114; Y. Pao: *Theory of acoustic emission, Elastic Waves and Non-Destructive Testing of Materials.* ASME, 1978, s. 107.

Tabela 2. Poziomy procedur SHM

Procedury	
• Wykrywanie uszkodzenia	POZIOM I
• Lokalizacja uszkodzenia	POZIOM II
• Ocena uszkodzenia	POZIOM III
• Przewidywanie uszkodzenia	POZIOM IV
• Konstrukcje inteligentne	POZIOM V

Źródło: T. Uhl: *Współczesne metody monitorowania i diagnozowania konstrukcji*. Gliwice 2010.

stąpienia uszkodzenia, jego wielkość i jednocześnie być na tyle odporne, by wytrzymać pracę w ciężkim środowisku, takim jak kosmos⁷.

Architektura systemów monitorowania stanu konstrukcji będzie obciążona poważnymi funkcjami – analizą informacji z czujników o małym poziomie uzyskiwanych informacji w taki sposób, by otrzymać dokładną charakterystykę zintegrowanej struktury. System ten będzie otrzymywał wyniki dzięki zmianie charakterystyk odbioru sieci czujników, połączeniu w sieci podsystemów, łączeniu, przetwarzaniu i porównywaniu z archiwalnymi informacjami tych danych, które są aktualnie dostarczane do komputera. Od rozwiązania oczekuje się również pełnego wsparcia w czasie przeprowadzanych kontroli stanu technicznego na ziemi, co zdecydowanie je przyspieszy i zmniejszy koszty eksploatacji.

ZARZĄDZANIE STANEM KONSTRUKCJI

Structural Health Management to rozwinięcie monitorowania stanu konstrukcji. Jego możliwości są większe, a zależności między elementami, zespołami systemu bardziej złożone. Nowsza technologia umożliwia analizę danych z wielu rodzajów czujników zamontowanych na konstrukcji, a blok zarządzania (Management) nie kontroluje operacji przeprowadzanych przez system, lecz zapewnia przepływ informacji w nim oraz wysyła je na ziemię do jednostki odpowiedzialnej za eksploatację obiektu technicznego.

Kolejne zalety, wyróżniające ten system w porównaniu z Structural Health Monitoring,

to oprócz określenia miejsca i wielkości uszkodzenia, wypracowywanie działania mającego na celu zmniejszenie oddziaływania uszkodzenia na obiekt techniczny, a nawet jego niwelację, i późniejsza kontrola przedsięwziętych działań w porównaniu do zachowania użytkowanego obiektu⁸.

Bloki tak zwanych agentów lokalnych zbierają informacje dotyczące niewielkiej części struktury. Problemy i uszkodzenia analizowane dla tych części mogą mieć zupełnie inny obraz dla całości obiektu, dlatego blok zarządzania łączy je wszystkie, umożliwiając analizę stanu technicznego całej konstrukcji.

ZINTEGROWANY SYSTEM ZARZĄDZANIA STANEM OBIEKTU

Głównym jego celem (Integrated Vehicle Health Management – IVHM) jest takie zabezpieczenie statku powietrznego z poziomu jego wyposażenia, by uniknąć oddziaływania niekorzystnych czynników na jego systemy i konstrukcję podczas lotu lub je zmniejszyć. Zaliczają się do nich niesprawności awioniki, systemów, podsystemów, elementów konstrukcyjnych, zespołów czy elementów konstrukcji itd.

⁷ *Integrated Vehicle Health Monitoring (IVHM) for Aerospace Vehicles*. Stanford 1997, s. 705–714; *Full Scale Tank Structural Health Management (SHM) System Design*. Northrop Grumman Integrated Systems 2004.

⁸ *An Integrated Health Monitoring Systems for Ageless Aerospace Vehicle*. Stanford 2003, s. 310–318.

Nowe systemy monitorujące skupiają się na diagnozowaniu uszkodzeń nie tylko elementów konstrukcyjnych i wyposażenia. Analizie są poddawane również systemy i programy sterujące, tak zwane *software*. Dobrze skonfigurowane i działające według założeń oprogramowanie pozwala wydłużyć czas użytkowania obiektu technicznego, na pewno zapobiega też w dużym stopniu występowaniu niesprawności na skutek nieprawidłowej eksploatacji.

W lotnictwie nigdy nie dało się uniknąć uszkodzeń, awarii czy katastrof, jednak z postępem technologicznym wskaźniki wypadków maleją, co jest skutkiem nacisków kładzionych na zwiększanie bezpieczeństwa lotów i eksploatacji, większych nakładów pieniężnych na opracowywanie i wdrażanie nowych technologii mających na celu zwiększenie bezpieczeństwa.

W latach 1987–2005 katastrofy lotnicze w większości były spowodowane jednym z trzech czynników: loty kontrolowane w trudnych warunkach terenowych, utrata kontroli nad statkiem powietrznym podczas lotu, niesprawność elementu lub systemu⁹. W związku z narastającymi wskaźnikami zdarzeń niebezpiecznych instytucje państwowe i przemysłowe wielu państw rozpoczęły prace nad zwiększeniem bezpieczeństwa. W ich wyniku liczba wypadków w latach 1996–2007 zmniejszyła się o około 65 procent¹⁰.

Pierwszy z trzech wymienionych czynników został łatwo wyeliminowany w wyniku zmiany procedur, jednak pozostałe dwa wymagały lepszych rozwiązań technologicznych już w procesie wytwórczym i podczas eksploatacji. W odpowiedzi na te wymagania, mimo zwiększającego się stopnia skomplikowania i złożoności wyposażenia statków powietrznych, postawiono na nowe systemy monitorujące¹¹.

Wymagania dla IVHM szczegółowo określono w takich dokumentach, jak:

- *NASA FY 2008 Budget Estimate*¹²;
- *National Aeronautics Research and Development Policy*¹³;
- *Decadal Survey of Civil Aeronautics: Foundation for the Future*¹⁴;

– *National Plan for Aeronautics Research and Development and Related*;

– *Infrastructure. Aeronautics Science and Technology Subcommittee, Committee on Technology*¹⁵;

– *Next Generation Air Transportation System Research and Development Plan*¹⁶.

Czynniki związane z oprogramowaniem i systemami sterującymi komputerów, będące przyczynami wypadków lotniczych, to:

– błędne działanie wysokościomierza barometrycznego w systemie ostrzegającym o zbliżeniu do ziemi (GPWS);

– awaria komputera informującego załogę o wysunięciu klap i wskazaniach położenia dźwigni sterowania silnikiem (DSS);

– awaria cyfrowego sterownika silnika;

– wyłączenie dwóch silników spowodowane awarią autopilota;

– błąd oprogramowania testowanego;

– błąd niesynchronizowania pamięci w komputerach zarządzania lotem;

⁹ R. Darby: *Commercial Jet Hull Losses, Fatalities Rose Sharply in 2005 – The year's numbers, including more than a fourfold increase in fatalities, showed by the industry's excellent record overall should not breed complacency*. Aviation Safety World 2006.

¹⁰ M. Wald: *Fatal Airplane Crashes Drop 65%*. "The New York Times", październik 2007.

¹¹ *Integrated Vehicle Health Management: Automated detection, diagnosis, prognosis to enable mitigation of adverse events during flight*. National Aeronautics and Space Administration Aeronautics Research Mission Directorate, Aviation Safety Program 2009.

¹² *NASA FY 2008 Budget Estimate*. National Aeronautics and Space Administration 2007.

¹³ *National Aeronautics Research and Development Policy*. 2006.

¹⁴ *Decadal Survey of Civil Aeronautics: Foundation for the Future*. Steering Committee for the Decadal Survey of Civil Aeronautics, National Research Council, The National Academies Press 2006.

¹⁵ *National Plan for Aeronautics Research and Development and Related Infrastructure*. Aeronautics Science and Technology Subcommittee, Committee on Technology, National Science and Technology Council 2007.

¹⁶ *Next Generation Air Transportation System Research and Development Plan*. Joint Planning and Development 2007.

Tabela 3. Ewolucja zintegrowanych systemów ISHM

Systemy monitorujące
Structural Health Monitoring (SHM) Structural Health Management (SHM)
Structural Health Management (SHM) Integrated Vehicle Health Management (IVHM)
Integrated Vehicle Health Management (IVHM) Integrated System Health Management (ISHM)

Źródło: *Integrated Systems Health Management: Applications and Challenges on the Horizon*. Security & Defense Systems Initiative Arizona State University.

– niewłaściwe odczyty danych nawigacyjnych przez komputer¹⁷.

Wykazane przyczyny katastrof podkreślają, jak wielkie znaczenie dla bezpieczeństwa lotów mają elementy związane z komputeryzacją obiektu technicznego, dlatego tak ważne jest wykorzystanie systemu IVHM, umożliwiającego lokalizację, kontrolę, zarządzanie i prognozowanie we wszystkich kierunkach rozwoju software.

ZINTEGROWANY SYSTEM ZARZĄDZANIA OBIEKTEM

Można go zaprezentować jako jedną z rozwijających się dziedzin z trzech wcześniej omówionych. Jego powstawanie przedstawia tabela 3.

Zintegrowany system zarządzania obiektem (Integrated System Health Management – ISHM) to system, który ma wystarczającą „świadomość” monitorującą możliwości obiektu technicznego do uruchamiania adekwatnych i odpowiednich działań podczas wykonywanej misji i wystarczającą elastyczność oraz możliwości decyzyjne, by maksymalizować skuteczność i wydajność pozostałych środków i zasobów.

Jest to praktycznie jedyne takie rozwiązanie technologiczne, w którym „świadomość” systemu pozwala na maksymalizację jego możliwości. Opracowywany jest z myślą o przemyśle lotniczym, ale może być także wdrożony w nowoczesnych samochodach, telefonach, sieciach komunikacji itp. Wszystkie prace nad ISHM

dowodzą, że jest to wielki krok naprzód w zmianie systemów operacyjnych na bardziej autonomiczne.

System jest planowany do wdrożenia w bezzałogowych statkach powietrznych, co znacznie zmniejszy konieczność kontrolowania tych platform przez użytkowników. Kolejnymi zaletami jest zmniejszenie kosztów eksploatacji OT z zaimplementowanym ISHM (tak jak w systemach i układach omawianych wcześniej) oraz możliwość jego wykorzystania w innych dziedzinach gospodarki i przemysłu.

„Świadomość” systemu i jego elastyczność mogą dotyczyć zarówno stanu technicznego samego statku powietrznego, jak i środowiska, w którym operuje, a znacznie bardziej rozbudowana sieć monitorowania pozwoli na rozszerzenie i powiększenie podsystemów zbierających dane.

Kolejne możliwości kryją się w wyższym stopniu możliwości zarządzania danymi z silnika, dlatego też jego wykorzystanie stanie się jeszcze bardziej efektywne. Elastyczność systemu opiera się na zbieraniu wszelkich danych ze środowiska zewnętrznego oraz z OT, by móc wyliczać takie parametry lotu i podejmować decyzje dotyczące używanego wyposażenia i uzbrojenia, by zaplanowana misja została wykonana mimo pewnych niesprawności czy niesprzyjających warunków. System może być sterowany przez pilota (uży-

¹⁷ P. Neumann: *Illustrative Risk to the Public in the Use of Computer Systems and Related Technology*. SRI 2008.



KATARZYNA MASŁOWSKA

BADANIA DIAGNOSTYCZNE stanu konstrukcji samolotu F-16 Block 52

kownika) lub pracować w trybie półautonomicznym lub autonomicznym.

ISHM umożliwia przesyłanie informacji o uszkodzeniach statku powietrznego poniesionych w wyniku walki lub zwykłej usterki do systemu kontroli, może być zastosowany w strukturze samolotu, powierzchniach sterujących, awionice, dzięki czemu pilot może otrzymywać informacje pomocne w sterowaniu. Jedną z bardziej interesujących możliwości jest zmiana działania i konfiguracji systemu podczas trwania misji, by osiągnąć maksymalne wykorzystanie zasobów samolotu.

KOMPLEKSOWY MONITORING

Inductive Monitoring System (IMS) należy do grupy systemów ISHM. Został tak zaprojektowany, by monitorował kompleksowo całą maszynę, nie wykorzystując manualnie wprowadzanego do panelu pamięci modelu jej działania. IMS składa się z dwóch zasadniczych części: algorytmu uczącego i algorytmu monitorującego¹⁸.

Zadaniem pierwszej części jest stworzenie bazy danych o zachowaniu obiektu technicznego,

jego systemów, zespołów i części, ich powiązań i zależności podczas normalnej pracy, natomiast część druga porównuje dane otrzymywane w czasie rzeczywistym z danymi zebranymi podczas „nauki” systemu, by wykryć zachowania, które nie mieszczą się w dopuszczalnym przedziale zachowań¹⁹.

Monitoring kompleksowy jest autonomiczną metodą, której wykorzystanie może mieć miejsce nie tylko na polu lotnictwa, ale i transportu, produkcji, w elektrowniach, medycynie itp.

Wszystkie dotychczasowe prace potwierdzają możliwość automatycznego stworzenia bazy danych o zachowaniu OT przez system IMS, co da-

¹⁸ *Integrated System Health Management (ISHM), Technology Demonstration Project, Final Report.* NASA 2005; D. Dvorak, B. Kuipers: *Model-Based Monitoring of Dynamic Systems. Proceedings of the Eleventh International Joint Conference on Artificial Intelligence.* Los Altos 1989.

¹⁹ *Clustering via Concave Minimization.* MIT Press 1997, s. 368–374; P.S. Bradley, U.M. Fayyad: *Refining initial points for K-means clustering.* Proceedings of the International Conference on Machine Learning 1998, s. 91–99.

je mu taką przewagę nad innymi systemami, że koszty manualnego uzyskania i implementacji danych o zachowaniach statku powietrznego w tym wypadku nie występują.

Co więcej, bazy danych mogą być uaktualniane w czasie rzeczywistym, nawet podczas lotu. IMS jako narzędzie kontroli misji może pomóc w informowaniu o uszkodzeniach, zdarzeniach, które są jeszcze w stadium początkowego rozwoju, nieodczuwalne dla pilota, które jednak mogą stwarzać zagrożenie dla wykonania misji w przyszłości. Dzięki tej „samoświadomości” systemu możliwe będzie dokonywanie zmian w etapach misji lub sposobie ich wykonania podczas trwania lotu.

SYSTEM NADZORUJĄCY

Beacon-based Exception Analysis for Multi-Missions (BEAM) również należy do rodziny systemów ISHM i jest metodą analizowania oraz charakteryzowania detekcji uszkodzeń w czasie rzeczywistym. Został stworzony z myślą o wykonujących długie misje kosmiczne oraz innych wysoko zautomatyzowanych obiektach.

Monitorowanie systemu nadzorującego opiera się na telemetrii, gdzie podzbiory dostępnych informacji inżynierskich są transmitowane przez system w następujący sposób: otrzymana informacja jest porównywana do stanu charakteryzującego dany element w bazie danych; na podstawie tego informacja jest przesyłana jako: normalna praca, zachowanie wymagające zainteresowania, uszkodzenie/znaczący błąd lub poważna awaria. Dodatkowe informacje są wysyłane, jeśli wymaga tego sytuacja²⁰.

Dwie cechy sprawiają, że system nadzorujący wyróżnia się spośród innych tego typu systemów. Pierwsza z nich to ogromne możliwości wykorzystania – niezależnie od rodzaju stosowanych czujników, ich umiejscowienia, rodzaju zbieranych przez nie informacji. Algorytmy wyliczające są tak dobierane i zmieniane, by otrzymywać dane po skorelowaniu wszystkich elementów odbierających i wysyłających informacje.

Drugą cechą to możliwość uzyskiwania, z kilkoma wyjątkami, poprawnych informacji o uszkodzeniach, mimo że czujniki odbierające takie dane mo-

gą być przystosowane do innego rodzaju pracy. Są to wymagania, które spełnia niewiele systemów, jednak są one bardzo ważne zarówno dla wszystkich tych działających w czasie rzeczywistym, jak i tych, od których jest wymagana szybka elastyczność w stosunku do warunków zewnętrznych²¹.

KIERUNKI ZMIAN

Współczesne i przyszłe pole walki generuje wymogi nie tylko dla systemów łączności, wymiany danych, zarządzania siłami i środkami, lecz również określa, jakie powinny być nowoczesne statki powietrzne. Zastosowanie lotnictwa ma charakter globalny, z coraz większą intensywnością i dynamiką działań. Czynniki te mają decydujący wpływ na zadania stawiane nowym konstrukcjom. Prócz priorytetowych charakterystyk aerodynamicznych, właściwości taktyczno-technicznych, możliwości zastosowania bojowego itp. pojawia się kolejny wymóg: jak największa świadomość sytuacyjna pilota w odniesieniu nie tylko do otoczenia, ale i samolotu, świadomość, której poziom będzie najwyższy od czasu wzbicia się pierwszej maszyny latającej w powietrze. Będzie ona dotyczyła również personelu naziemnego bez konieczności lądowania statku powietrznego i wykonania sprawdzenia jego stanu technicznego.

Wszystkie elementy analizy sytuacji wewnętrznej, związanej z obiektem technicznym, będą się odbywać na samym obiekcie. Pozwoli to nie tylko na olbrzymie zwiększenie samodzielności operacyjnej danego obiektu, ale również na zastosowanie lotnictwa, i nie tylko, w zupełnie innym spektrum. ■

Autor jest absolwentem Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych. Służbę rozpoczął jako pilot w 33 Bazie Lotnictwa Transportowego.

²⁰ M. Zak, H. Park: *Great Box Approach to Fault Diagnosis of Dynamical Systems*. Montana 2001; R. Mackey: *Generalized Cross-Signal Anomaly Detection on Aircraft Hydraulic System*. Montana 2001.

²¹ *Beacon-Based Exception Analysis for Multimissions: Technology for Autonomous Self-Analysis*. TMO Progress Report 2001.



ppor. mgr
MARTA DZIK
23 Baza Lotnictwa Taktycznego

Jak dochodzi do wypadków i incydentów lotniczych?

Aby skutecznie zapobiegać wypadkom lotniczym, istotne jest poznanie i zrozumienie okoliczności, w jakich one zachodzą.

Na wystąpienie lub niewystąpienie wypadku lotniczego mamy wpływ na każdym szczeblu podejmowania decyzji, zarządzania i wykonywania zadania. Bardzo istotne jest poznanie i zrozumienie okoliczności, w jakich zachodzą wypadki lotnicze. Stanowi to podstawę do tego, aby im zapobiegać. Główne czynniki, które wpływają na te sytuacje, to: czynnik ludzki i kulturowy, konstrukcja statku powietrznego oraz infrastruktura pomocnicza.

Analizie zostaną poddane trzy najważniejsze: człowiek (C), statek powietrzny (SP) lub technika (T) i otoczenie (O). Wzajemnie one na siebie oddziałują i tworzą elementy systemu (C–SP–O) bezpieczeństwa lotów. Czynniki te należy rozumieć szeroko, są to bowiem działania, wypadki lub sytuacje, których zaistnienie lub niezastnienie zwiększa prawdopodobieństwo niepomyślnego przebiegu lotu.

NAJSŁABSZY ELEMENT

Człowiek stanowi najsłabszy czynnik w systemie bezpieczeństwa lotów (C–SP–O) i jest

głównym źródłem powstawania wypadków. Bardzo ważne jest umiejscowienie i zrozumienie, czym jest błąd człowieka i w jakich okolicznościach może powstać. Według Jerzego Lewitowicza ma on miejsce, *gdy istnieje ogólna zgoda (porozumienie), co do tego, że człowiek powinien był zrobić, co innego niż to, co zrobił*¹. *Błąd w obsłudze lotniczej to „działanie lub jego brak ze strony personelu, które prowadzi do problemów na pokładzie statku powietrznego*².

„Ludzie w swojej istocie w sposób naturalny popełniają błędy, dlatego też byłoby nierozsądne oczekiwanie bezbłędnego wykonywania zadania lotniczego”. Błąd jest naturalnym, ubocznym skutkiem każdej ludzkiej działalności i powinien być postrzegany jako normalny składnik oddziałujących na siebie systemów: człowiek–maszyna–środowisko.

¹ J. Lewitowicz: *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*. Warszawa 2006, s. 327.

² Ibidem.

Tabela. Typowe formy błędów operatorskich

Poziom kognitywny	Typ działania	Typowe błędy	Przykładowe przyczyny	Ryzyko
Odruch	Sterowanie, odczyty	Błędy manipulacyjno-percepcyjne: – błąd w sterowaniu – błąd w odczycie, przeoczenie sygnału	– słaby refleks – błędna koordynacja czasowo-przestrzenna – wady ergonomiczne przyrządów	małe 0,0001–0,001
Reguły	Podejmowanie decyzji	Błędy podejmowania decyzji: – rozpoznania sytuacji – wyboru procedury	– zapominanie reguł działania – błąd w kolejności działania – uruchomienie niewłaściwej procedury działania	średnie 0,001–0,01
Wiedza	Rozwiązywanie problemów	Błędy rozmywania: – przewidywania – oceny sytuacji – planowania – diagnozy uszkodzeń	– niepełna informacja o sytuacji – bazowanie na domysłach – nieuwzględnienie skutków ubocznych – błędne wnioskowanie – zakłócenia z zewnątrz	duże 0,01–1,0

Źródło: J. Lewitowicz: *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*. Warszawa 2006, s. 328.

Ze względu na specyfikę relacji występujących w lotnictwie liczba popełnianych tam błędów jest znaczna. Najczęściej są one wynikiem niezręczności, zaniedbania, pomyłki, naruszenia norm, przepisów, odruchów bezwarunkowych i warunkowych, łamania reguł (tab.).

Błąd człowieka to jeden z elementów będących przyczyną powstawania zdarzeń lotniczych. Jego błędy implikują 60–80 procent wypadków i katastrof w lotnictwie i w innych złożonych systemach. Dlatego zrozumienie i analiza przyczyn oraz sytuacji, w których człowiek popełnia błędy, jest najistotniejsza w zapobieganiu wypadkom.

Wprowadzane na tej podstawie efektywne metody minimalizują wpływ błędu człowieka na wypadkowość w lotnictwie. Dzięki stosowa-

niu właściwych uregulowań i procedur, systematycznemu szkoleniu i nowoczesnym technologiom błędem popełnianym przez człowieka można zarządzać. Błąd to wypadkowa wielu czynników, w tym: kultury, szkolenia, indywidualnych predyspozycji, procedur, systemów organizacyjnych oraz sposobów projektowania sprzętu. Czynniki te w znacznym stopniu wpływają na efektywność pracy całego personelu.

ELIMINOWANIE BŁĘDÓW

Całkowite wyeliminowanie błędu człowieka nie jest możliwe, ale możliwe jest umiejętne zarządzanie tymi, które są nieuniknione. W lotnictwie cywilnym stosuje się trzy strategie zarządzania błędem człowieka, które znajdują zastosowanie w operacjach lotniczych,

w kontroli ruchu lotniczego i konserwacji statków powietrznych, i które mogą być zastosowane w lotnictwie wojskowym. Są to: redukcja błędów, przechwytywanie błędów i tolerancja błędów³.

Redukowanie błędów to interweniowanie bezpośrednio u jego źródła i eliminowanie czynników sprzyjających jego popełnieniu. W tym wypadku celem jest wyeliminowanie warunków, które zwiększają ryzyko popełnienia błędów. Przykładami strategii redukcji błędów jest między innymi: naprawa części elementów statków powietrznych, poprawa oświetlenia w miejscu wykonywania zadań, zredukowanie zakłóceń środowiskowych i efektywne szkolenie personelu.

Przechwytywanie błędów dotyczy sytuacji, gdy błąd został już popełniony, a jego celem jest eliminowanie i ochrona przed złymi jego konsekwencjami. Przechwytywanie nie przyczynia się do bezpośredniego zredukowania i wyeliminowania błędów. Do tej strategii należą, na przykład, ponowne sprawdzenia w celu weryfikacji poprawności zadania, loty testowe.

Tolerancja błędów to możliwości systemu do jego zaakceptowania na określonym poziomie, które nie doprowadzają do poważnych zdarzeń lotniczych. Przykładem tej strategii jest zastosowanie na statku powietrznym wielofunkcyjnych systemów hydraulicznych lub elektrycznych oraz wprowadzanie programów kontroli strukturalnej, umożliwiających wykrycie oznak zmęczenia materiału, zanim doprowadzi ono do nieszczęścia.

Zredukowanie częstotliwości i konsekwencji popełnianych błędów przez człowieka stwarza ogromne możliwości w zapobieganiu wypadkom lotniczym. Linie lotnicze jako pierwsze wprowadziły strategię zarządzania błędem, redukując w szczególności szybkie i nieprzemysłane rozwiązania oraz niewłaściwe stosowanie list kontrolnych.

STATEK POWIETRZNY

Kolejnym istotnym czynnikiem systemu C-SP-O, wpływającym na bezpieczeństwo wykonywania lotów, jest **niezawodność statku powietrznego**. Zależy ona od wielu składowych,

w tym od charakterystyki taktyczno-technicznej, standaryzacji, automatyzacji, systemów zabezpieczających i dublujących.

W lotnictwie uwaga projektantów i konstruktorów statków powietrznych koncentruje się na kabine załogi, czyli na stworzeniu jak najbardziej ergonomicznych rozmieszczeń przyrządów i wskaźników. Analizując wyniki badań komisji wypadków lotniczych, można zauważyć, że typowymi błędami spowodowanymi brakiem ergonomii w kabine było: nieprawidłowy odczyt wskaźników przyrządów wskazówkowych niewłaściwie usytuowanego przyrządu, błędne odczyty wskaźników z przyrządów niedokładnie opisanych lub o zdwojonej skali, korzystanie z niesprawnego przyrządu, mylnie odbierane jako prawidłowe. Przyczyną tych błędów może być również fakt, że w niektórych jednostkach wojskowych można się spotkać z sytuacją, gdzie piloci szkolą się na symulatorach, które nie odwzorowują w stu procentach rzeczywistego obrazu kabiny statku powietrznego, na jakim jest szkolony pilot. Ćwiczenia prowadzone na symulatorach tego typu w konsekwencji mogą powodować więcej strat niż korzyści.

Największe wymagania odnoszą się do niezawodności statku powietrznego. Warunek wysokiej niezawodności jest spełniony, gdy zostanie on tak zaprojektowany i zbudowany, by w dowolnym etapie lotu, podczas prawidłowego działania załogi, szczególnie sytuacje wywołane uszkodzeniami występowały nie częściej niż:

- sytuacje katastrofalne – w stopniu praktycznie nieprawdopodobnym;
- sytuacje awaryjne – w stopniu mało prawdopodobnym;

Żaden człowiek, niezależnie od wykształcenia, zajmowanego stanowiska czy predyspozycji osobistych, nie jest w stanie funkcjonować w sposób doskonały przez cały czas.

³ Na podstawie Dokumentu ICAO 9683 Human Factors Training Manual.

– sytuacje niebezpieczne – o częstotliwości prawdopodobnej;

– sytuacje skomplikowane – w stopniu mało prawdopodobnym.

Istotne jest również zapewnienie wysokiego poziomu żywotności i trwałości statku powietrznego. Powinien być odporny na wszystkie czynniki zewnętrzne i wewnętrzne działające na niego podczas lotu. Szczególnie istotne jest zapewnienie wytrzymałości na zmęczenie konstrukcji. Literatura określa takie zjawisko mianem *konstrukcji o bezpiecznej trwałości*. Oznacza ono konstrukcje, które w czasie eksploatacji są w stanie wytrzymać obciążenia, aż do momentu wykrycia pęknięć spowodowanych korozją lub zmęczeniem⁴.

Do czynników inicjujących uszkodzenie statku powietrznego można zaliczyć: temperaturę i wilgotność powietrza, aktywność słoneczną, nasłonecznienie i pole magnetyczne, elektryczność atmosferyczną i statyczną, opady atmosferyczne, zapylenie, zasolenie gruntu i wody, czynniki biologiczne, wiatr, obciążenia chwilowe i długotrwałe.

Poszczególne cechy i właściwości statku powietrznego mają bezpośredni wpływ na bezpieczne wykonywanie zadania lotniczego. Istnieje zależność między niezawodnością statku powietrznego a umiejętnościami pilota – im statek jest bardziej zawodny, tym perfekcyjnej musi być przygotowany pilot⁵.

OTOCZENIE

Do wymienionych czynników uszkodzenia statku powietrznego należy również zaliczyć wpływ środowiska naturalnego i sztucznego, czyli tak zwane **otoczenie**. Środowisko naturalne obejmuje zjawiska, na które składają się: warunki meteorologiczne, trzęsienia ziemi, pyły wulkaniczne, ukształtowanie terenu, warunki lądowiska oraz kolizje z ptakami. Środowisko sztuczne obejmuje natomiast obiekty zbudowane przez człowieka. Są to urządzenia kontroli ruchu lotniczego, pomoce nawigacyjne, systemy lądowania, pasy startowe i inne statki powietrzne.

Największe zagrożenia dla statku powietrznego niosą niebezpieczne zjawiska pogodowe i ko-

lizje z ptakami. Niebezpieczne zjawiska pogody to takie, które utrudniają lub uniemożliwiają start i lądowanie, niezależnie od poziomu wykształcenia pilota i rodzaju statku powietrznego, lub takie, które mogą spowodować zniszczenie (uszkodzenie) techniki lotniczej oraz sprzętu znajdującego się na lotnisku⁶. Zalicza się do nich: burzę, mgłę, intensywne oblodzenie, silną turbulencję, szkwał, uskok wiatru, trąbę powietrzną, grad, opady zmniejszające widzialność. Mimo dynamicznego rozwoju systemu rozpoznania występujących zjawisk atmosferycznych, zagrożenie nie maleje, gdyż loty są wykonywane w coraz trudniejszych warunkach. Człowiek nie ma możliwości ingerowania w środowisko naturalne, dlatego nie jest w stanie wyeliminować zagrożeń z niego płynących.

Tak jak nie można wyeliminować zagrożeń wynikających z warunków atmosferycznych, tak samo trudno przewidzieć kolizje statków powietrznych z ptakami. Zdarzały się one od początku lotnictwa. Ze względu jednak na niewielką intensywność lotów oraz małe prędkości statków powietrznych nie stanowiły wcześniej większego problemu. Z czasem jednak problem ten stał się poważny i bardzo kosztowny.

Kolizje statków powietrznych z ptakami były spowodowane wzrostem ich liczby, częstotliwością lotów, ogromnymi prędkościami oraz zastosowaniem silników odrzutowych, szczególnie wrażliwych na tego typu zdarzenia. Dodatkowo współczesne silniki odrzutowe mają coraz mniejszą hałaśliwość, co utrudnia ptakom uniknięcia z nimi zderzenia, a przez to skala problemu się zwiększa. Szczególnie narażone na tego typu zjawiska są jednosilnikowe samoloty wojskowe podczas fazy startu i lądowania, gdyż na tym obszarze występuje największe prawdopodobieństwo kolizji.

By przeciwdziałać temu zjawisku, podjęto wiele działań mających zwiększyć bezpieczeństwo

⁴ J. Borgoń, J. Jaźwiński, S. Klimaszewski: *Symulacyjne metody badania bezpieczeństwa lotów*. Warszawa 1998, s. 47.

⁵ E. Klich: *Bezpieczeństwo lotów...*, op.cit, s. 34.

⁶ *Niebezpieczne zjawiska pogody*. W: *Bezpieczeństwo lotów – wybrane zagadnienia*. MON, Warszawa 2004, s. 33.

lotów. Wprowadzono między innymi zmiany konstrukcyjne statków powietrznych tak, by zmniejszyć do minimum skutki zderzeń z ptakami.

Podjęto działania o charakterze profilaktycznym, które polegały między innymi: na odstraszaniu ptaków z wykorzystaniem sprzętu pokładowego (świeł pokładowych), ochronie lotnisk przed ptakami, odpowiednim planowaniu tras i terminów lotów oraz na analizie okoliczności zaistniałych już zdarzeń⁷. Jednostki lotnicze zatrudniły wyspecjalizowanych sokolników dysponujących osobnikami do atakowania i przegania ptaków, które nadlatują nad teren lotniska.

Źródłem występowania zagrożeń jest również środowisko sztuczne. Wzrost liczby statków powietrznych sprzyja występowaniu kolizji zarówno na ziemi, jak i w powietrzu. Utrzymywanie kontroli i odpowiedniej separacji między statkami powietrznymi zależy od sprawności i niezawodności urządzeń i infrastruktury naziemnej. Nieodpowiednio przygotowane stwarzają zagrożenie i są przyczyną wielu strat.

WIELE DO ZROBIENIA

Artykuł ma charakter wprowadzenia do problemu, jakim są czynniki i okoliczności wpływające na występowanie wypadków i incydentów lotniczych. Podjęcie tematu bezpieczeństwa lotów, w tle rozważań nad powstawaniem wypadków i incydentów lotniczych, wydaje się być zasadne, jeśli weźmie się pod uwagę liczbę i skutki ich występowania w lotnictwie wojskowym. Podając problemy analizie, autorka starała się jedynie zasygnalizować, jak wiele czynników jest odpowiedzialnych za stan bezpieczeństwa lotów.

Kluczową rolę w systemie bezpieczeństwa lotów w naszym kraju odgrywa (lub powinna odgrywać) profilaktyka. Rzadko jednak udaje się docenić możliwości, jakie można osiągnąć korzystając z tego rodzaju działań. Działalność profilaktyczna, by była skuteczna, musi być prowadzona na różnych płaszczyznach. Cel ten można osiągnąć między innymi przez kontakt z przedstawicielami lotnictwa wojskowego i cywilnego oraz z organizacjami odpowiedzialnymi za tego typu działania w krajach NATO. Doświadczenia innych przyczynią się do zmniejsze-

Skutki

■ Uszkodzenia silników odrzutowych, spowodowane zasysaniem ciał obcych, przynoszą znaczne straty materialne. Powoduje to nie tylko trwałe uszkodzenia silników, ale również spadek ich efektywności, co stwarza duże zagrożenie w czasie lotów i obniża niezawodność statku powietrznego jako całości.

nia zdarzeń, w szczególności tych zależnych od czynnika ludzkiego, które obecnie stwarzają największe zagrożenia. O ile można poprawić technikę, zawodność sygnalizacji, o tyle czynnik ludzki wymaga ciągłego doskonalenia, poszukiwania nowych form oddziaływania, tak by skutki zdarzenia były jak najmniejsze.

Spostrzeżenia, jakie się nasuwają, świadczą o mnogości czynników i okoliczności wpływających na występowanie wypadków i incydentów lotniczych, z którego człowiek stanowi najsłabsze ogniwo. Dlatego też należałoby zdać sobie sprawę z faktu, jak dużo z dziedziny profilaktyki jest jeszcze do wdrożenia w lotnictwie wojskowym naszego kraju. ■

Autorka jest absolwentką kierunku zarządzania ruchem lotniczym i studiów podyplomowych w AON. Rozpoczęła studia doktoranckie na Wydziale Zarządzania i Dowodzenia AON. Ukończyła kurs oficerski w WSOSP. Obecnie pełni obowiązki dowódcy plutonu radionawigacyjnego w 23 BLT.

⁷ Ibidem.



plk rez. dr inż.
HENRYK CZYŻYK
Dowództwo Sił Powietrznych

Na rzecz gotowości bojowej

Tworzenie pozytywnego klimatu dla żołnierzy służb technicznych skutkuje tym, że w swoim otoczeniu starają się dokonywać ulepszeń, które wpływają na jakość wykonywanych zadań przez załogi statków powietrznych.

W

Dowództwie Sił Powietrznych w czerwcu 2013 roku odbyło się spotkanie z nieetatowymi szefami sekretariatów do spraw działalności racjonalizatorskiej – sekretarzami komisji i nieetatowymi inspektorami ds. działalności racjonalizatorskiej z jednostek organizacyjnych podległych dowódcy Sił Powietrznych lub przez niego nadzorowanych. Dotyczyło ono przypomnienia prawnych uregulowań działalności racjonalizatorskiej w resorcie obrony narodowej oraz zapoznania z zasadniczymi kierunkami modernizacji technicznej Sił Powietrznych i podsumowania działalności racjonalizatorskiej.

Szef sekretariatu ds. działalności racjonalizatorskiej Sił Powietrznych zapoznał uczestników spotkania z podstawowymi dokumentami i nowymi przepisami regulującymi tę działalność w resorcie obrony narodowej, ocenił także ją w Siłach Powietrznych w 2012 roku (fot.). Najlepsze wyniki w tej działalności w 2012 roku osiągnęły: 2 Skrzydło Lotnictwa Taktycznego,

1 Skrzydło Lotnictwa Taktycznego i Centrum Szkolenia Sił Powietrznych.

Najlepszymi nieetatowymi szefami sekretariatów do spraw działalności racjonalizatorskiej – sekretarzami komisji w 2012 roku byli: mjr Maciej Makiej z 2 SLT i kpt. Wojciech Woźniak z 1 SLT.

NAJLEPSZE PROJEKTY

Komisja, dokonując oceny przesłanych wniosków racjonalizatorskich, stwierdziła, że najlepsze to:

– *Procedura naprawy elektronicznego modułu sterującego ECM kompresora lotniczego ASP100-1A w zakresie regeneracji połączeń adhezyjnych dławików ferrytowych obwodu sterowania pompowtryskiwacza HEUI.* Twórcy rozwiązania: kpt. mgr inż. Marek Braclawski i kpt. mgr inż. Adam Mazur z 31 Bazy Lotnictwa Taktycznego.

Kompresor ASP100-1A wchodzi w skład systemu uzbrojenia samolotu wielozadaniowego F-16 oraz C-130E. Urządzenie to znajduje



ARCHIWUM AUTORA

UCZESTNICY SPOTKANIA, na którym podsumowano działalność racjonalizatorską w 2012 roku

się w Eskadrze Obsługi Nziemnej Statków Powietrznych i Wysokościowo-Ratowniczych 31 i 32 Bazy Lotnictwa Taktycznego oraz 33 Bazy Lotnictwa Transportowego. Jest wykorzystywane do codziennego zabezpieczenia obsługi systemu ECS, OBOGS, paliwowego samolotów F-16 oraz C-130E.

Bezpośrednim impulsem do powstania *Procedury...* była dociekliwość inżynierska po wystąpieniu usterki unieruchamiającej urządzenie. Opisane rozwiązanie jest skuteczne do dziś, to znaczy przez ponadroczną intensywną eksploatację ASP100-1A.

Projekt pozwala personelowi naziemnej obsługi statku powietrznego (NOSP) na naprawę modułu we własnym zakresie z użyciem ogólnodostępnych narzędzi warsztatowych, nawet w warunkach polowych. Składa się na niego rozdział z podstawowymi informacjami o idei sterowania pracą silnika Detroit Diesel Series 40E, pozwalający zrozumieć istotę rozwiązania, procedurę naprawy oraz środków prewencyjnych.

W *Procedurze...* przedstawiono chronologiczny zbiór czynności technika, umożliwiając

cy skuteczną naprawę modułu ECM. Zasadniczo polega ona na jego demontażu, wybudowaniu płytek drukowanych, zlokalizowaniu dławika/dławików ferrytowych obwodu sterowania pompowtryskiwaczem kolejnych cylindrów i regeneracji tak zwanych zimnych lutów oraz naniesieniu masy silikonowej na lutowane elementy w celu wyeliminowania drgań działających na dławiki.

Ze względu na ponadroczny czas bezawaryjnej pracy urządzeń naprawionych zgodnie z projektem, *Procedurę...* należy uznać za skuteczną oraz pozytywnie wpływającą na zachowanie wysokiej sprawności sprzętu wspierającego eksploatację statków powietrznych.

– *Instrukcja wspomagająca proces szkolenia i eksploatacji elektrycznego klimatyzatora E100AC4-1*. Twórca rozwiązania mjr mgr inż. Józef Pacha z 31 Bazy Lotnictwa Taktycznego.

Elektryczne klimatyzatory E100AC4-1 weszły do wyposażenia naszych sił zbrojnych w 2006 roku, jako element systemu uzbrojenia samolotu wielozadaniowego F-16 Block 52C/D+. Urządzenia te są wykorzystywane do obsługi sa-

Najaktywniejsi racjonalizatorzy:

- kpt. Marek Braclawski, kpt. Adam Mazur (na zdjęciu) – 31 Baza Lotnictwa Taktycznego;
- mjr Józef Pacha – 31 Baza Lotnictwa Taktycznego;
- kpt. Jakub Pielak, chor. sztab. Robert Romatowski – 21 Baza Lotnictwa Taktycznego;
- gen. bryg. Krzysztof Żabicki – Dowództwo Sił Powietrznych, mjr Zbigniew Pustelnik, mł. chor. sztab. Andrzej Krzemiński, mł. chor. Przemysław Kolisz – Centrum Szkolenia Sił Powietrznych;
- mł. chor. Dariusz Ludwikowski – 31 Baza Lotnictwa Taktycznego.



ARCHIWUM AUTORA

molotów F-16 eksploatowanych w 31 i 32 Bazie Lotnictwa Taktycznego.

Instrukcja wspomagająca... jest przeznaczona dla specjalistów naziemnej obsługi statków powietrznych kształcących się na kursach specjalistycznych przeszkolenia technicznego dla personelu SIL w specjalności naziemnej obsługi statków powietrznych na samolot F-16, a także dla czytelnika, który pragnie poznać zasadę działania przedmiotowego urządzenia. Przedstawiono w niej informacje dostosowane do potrzeb szkolenia specjalistów naziemnej obsługi statków powietrznych kursu specjalistycznego przeszkolenia technicznego dla personelu SIL w specjalności NOSP samolotu F-16.

Instrukcja zawiera przejrzysty, zwięzły i łatwo przyswajalny materiał szkoleniowy dotyczący budowy urządzenia, działania oraz zasad eksploatacji klimatyzatora. Zaprezentowanie bardzo dużej liczby zdjęć oraz bardzo dokładnych opisów znacznie ułatwia pozyskanie wiedzy przez specjalistów użytkujących klimatyzator.

W tłumaczeniu na język angielski skupiono się na powierzchniowym opisie budowy urządzenia oraz zasady działania. Nie zamieszczano także zdjęć. Należy zwrócić uwagę, że skomplikowany techniczny język angielski nie jest łatwo przyswajalny dla początkujących specjalistów naziemnej obsługi statków powietrznych, a poznanie zagadnień technicznych w języku ojczystym znacznie ułatwia zrozumienie i zapamiętanie informacji zawartych w oryginalnych instrukcjach.

Ze względu na strategiczne znaczenie klimatyzatora w obsłudze samolotów F-16 pozyskana wiedza specjalistyczna pozwala na szybsze i dokładniejsze zrozumienie instrukcji angielskojęzycznych, przez co istotnie przyczynia się do utrzymania w sprawności technicznej sprzętu naziemnej obsługi statków powietrznych oraz do bezpieczniejszej jego eksploatacji.

Opracowanie to ma wysoką wartość dostosowaną do rzeczywistych potrzeb personelu technicznego. Materiał w nim zawarty jest także wykorzystany do opracowania pomocy naukowych w postaci pokazów multimedialnych, plansz itp., optymalizujących szkolenie.

Zgodnie z decyzją szefa Inspektoratu Wsparcia Sił Zbrojnych instrukcje rozpowszechniono w 31 i 32 Bazie Lotnictwa Taktycznego (2 Skrzydło Lotnictwa Taktycznego), Centrum Szkolenia Inżynieryjno-Lotniczego, Szkole Podoficerskiej Sił Powietrznych oraz w warsztatach techniki lotniczej.

– *Uruchomienie trybu pracy MOD 4 IFF na samolocie S-52UM3K*. Twórcy rozwiązania: kpt. mgr inż. Jakub Pielak i chor. sztab. Robert Romatowski z 21 Bazy lotnictwa Taktycznego.

Treścią projektu jest usprawnienie systemu identyfikacji swój-obcy (IFF) w trybie pracy MOD 4.

Doposażając samoloty S-52UM3K w nowe urządzenia identyfikacji, zabudowano na nich zestawy urządzenia odzewowego składające się z transpondera typu SC10D2/SZ z interfejsem IP-1-IFF i pulpitem sterowania PSz-1. Prace związane z doposażeniem samolotów prowadzono zgodnie z *Biuletynem konstrukcyjnym nr P/O/R/U/3946/K/95*. Zabudowane urządzenia powinny zapewniać pracę systemu identyfikacji w modach: 1, 2, 3/A, 4 oraz C (przekazywanie wysokości lotu).

Zaproponowane w projekcie rozwiązanie polega na zastosowaniu bloku dodatkowego (blok podtrzymania pamięci kryptokomputera BPPK), który zapewni odpowiednieysterowanie interfejsu IP-1-IFF.

Wdrożenie projektu pozwoliło na osiągnięcie korzyści niewymiernych: usprawnienie szkolenia załóg na samolotach typu S-52UM3K, umożliwiając im wykonywanie lotów z wykorzystaniem MOD 4, przywrócono także gotowość bojową tych maszyn, gdzie koniecznym warunkiem jest poprawna praca systemu identyfikacji w MOD 4.

Wszystkie prace zaproponowane w *Projekcie...* wykonano w Eskadrze Technicznej 21 Bazy Lotnictwa Taktycznego.

Na uwagę zasługują również takie projekty, jak:

– *Sala komputerowa do wspomagania planowania, szkolenia i działalności bieżącej w pododdziałach i ZT oraz jednostkach szkolnictwa wojskowego Sił Powietrznych;*

– *Program komputerowy umożliwiający ewidencję oraz wydruk przepustek osobowych i samochodowych.*

KIERUNKI DZIAŁANIA

Na zakończenie spotkania przedstawiono wytyczne do dalszej działalności racjonalizatorskiej zawierające między innymi takie postulaty, jak:

– poszukiwanie nowych rozwiązań organizacyjnych i technicznych, których zastosowanie zapewni podwyższenie efektywności szkolenia, zdolności bojowej jednostek oraz przyczyni się do modernizacji uzbrojenia i sprzętu technicznego;

– popularyzowanie działalności racjonalizatorskiej dzięki organizowaniu konkursów na najlepsze projekty oraz propagowanie jej w środkach masowego przekazu;

– monitorowanie wdrażania oraz finansowania przyjętych do zastosowania (rozpowszechnienia) projektów racjonalizatorskich;

– opracowanie artykułów prasowych do czasopism wojskowych popularyzujących działalność racjonalizatorską w Siłach Powietrznych;

– wdrażanie w jednostkach Sił Powietrznych *Decyzji nr 161/MON z dnia 9 kwietnia 2008 roku i Regulaminu działalności racjonalizatorskiej w resorcie obrony narodowej*, który jest załącznikiem do niej.

Z przedstawionych osiągnięć racjonalizatorskich w Siłach Powietrznych wynika, że to od zaangażowania żołnierzy zależy liczba projektów usprawniających i zwiększających żywotność eksploatowanego sprzętu, co w konsekwencji przekłada się na gotowość bojową i jakość wykonywanych zadań. ■

Autor jest absolwentem Wyższej Oficerskiej Szkoły Radiotechnicznej, ASG WP i AON. W latach 1988–1998 służył w Dowództwie 3 Dywizji Lotnictwa Myśliwsko-Bombowego, a od 1998 r. w Dowództwie WLOP. W 2002 r. został wyznaczony na stanowisko szefa Zarządu Uzupelnień i Spraw Personalnych, następnie na stanowisko szefa Zarządu Zasobów Osobowych WLOP. Pełnił także obowiązki zastępcy dowódcy COP. Obecnie jest szefem Sekretariatu ds. Działalności Racjonalizatorskiej Sił Powietrznych.



kpt. **RADOSŁAW BIELAWSKI**
Centrum Operacji Powietrznych

Przyszłość lotnictwa

Rozwój materiałów oraz coraz większe wymagania w stosunku do płatowca samolotów spowodowały częstsze wykorzystywanie kompozytów do ich konstrukcji.

Kompozyty powstają w wyniku połączenia dwóch lub większej liczby materiałów, z których jeden jest lepszym (osnową), drugi natomiast odgrywa rolę wzmacniającą. Takie połączenie oraz odpowiedni dobór materiałów sprawiają, że możemy uzyskać pożądane właściwości. Osnowa jest spoiwem łączącym włókna, zapewnia rozdział obciążenia oraz chroni je przed czynnikami zewnętrznymi, będąc dla niego lepszym.

KOMPOZYTY W LOTNICTWIE

Nie są to materiały nowo odkryte. W lotnictwie stosowano je już na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Wtedy ich udział w masie samolotu stanowił trzy procent, ale już w Boeingu 777, który zaczął latać w latach dziewięćdziesiątych, było ich ponad dziesięć procent. To właśnie dążenie do zmniejszenia masy statku powietrznego spowodowało ich popularność w konstrukcjach lotniczych. Co było tego przyczyną? Oczywiście ich właściwości: wysoka twardość, odporność na pęcznienie, udarność czy sprężystość oraz zmniejszony współczynnik tarcia.

Z jednej strony obserwujemy dążenie do jak najmniejszej masy samolotu, z drugiej – musimy pamiętać o tym, że użyte materiały muszą spełniać wiele wymogów. Mają one dotyczyć nie

tylko właściwości mechanicznych, termodynamicznych, ale także kosztów wytwarzania i eksploatacji oraz naprawy, zachowania się w wysokich temperaturach czy możliwości palnych.

Przełom w stosowaniu materiałów kompozytowych to konstrukcja Boeinga 787 Dreamlinera. Samolot zbudowano głównie z tych materiałów. Kadłub został wykonany z kompozytu węglowo-epoksydowego w technologii nawijania (flament winding). Nie jest to metoda ogólnie stosowana. Od standardowego nawijania rowingu nasyconego żywicą różni się, tym że nawija się na rdzeń taśmę w formie prepregu, czyli już przesyconego i podsuszonego pasma rowingu węglowego żywicą. Metoda ta jest droższa, lecz zapewnia dużo wyższą wytrzymałość niż kompozytu wytwarzanego tradycyjnie.

We współczesnych samolotach z laminatów jest wykonany nie tylko płatowiec czy kadłub. Przykładem może być oparcie leżdywiove u podstawy tylnej części fotela. Część o wymiarach 160 na 300 milimetrów waży około 150 gramów; taka sama z aluminium około 280 gramów. Różnica zatem jest znaczna.

W LOTNICTWIE WOJSKOWYM

Prace wdrożeniowe nad wprowadzeniem kompozytów do produkcji samolotów wojskowych

rozpoczęły się pod koniec lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Początkowo były to żywice epoksydowe, zbrojone włóknem węglowym, następnie włóknem boru oraz grafitu. W latach osiemdziesiątych nastąpił kolejny rozwój, który zapoczątkował erę polimerowych kompozytów wysokotemperaturowych oraz kompozytów na bazie ceramiki. Materiały te wykorzystywano już nie tylko do płatowca, lecz także jako części hamulców czy silników. Kompozyty ceramiczne znalazły zastosowanie w czterech silnikach amerykańskiego bombowca B-2 Spirit. Wprowadzono w nich kompozyty ceramiczne, metalowe z osnową z faz międzymetalicznych. W silnikach

zaprojektowano dodatkowo szczególnie system chłodzenia. Polegał na wydobywaniu się z dysz strumienia gazów, obniżając w ten sposób temperaturę z typowej – 800°C do zaledwie 400°C.

Kolejny przykład samolotu myśliwskiego, w którym masowo wykorzystano laminaty, to amerykański F-35. Producent podpisał kontrakt z duńską firmą Terma, który będzie obowiązywać do roku 2019. Zgodnie z nim Duńczycy mają wytwarzać i dostarczać do myśliwca aż 34 unikatowe części z kompozytów zbrojonych.

Analizując wykorzystanie kompozytów w lotnictwie wojskowym, w szczególności w samolotach myśliwskich, należy wspomnieć o maszynach eksploatowanych w naszych Siłach Powietrznych. Konstrukcja MiG-a-29 w większości jest metalowa z niewielkim udziałem kompozytów zbrojonych włóknami szklanymi i węglowymi. Kompozyty znalazły miejsce w statecznikach pionowych.

Producent zapewnia dalszy rozwój i modernizację samolotu. Użycie materiałów kompozytowych ma przynieść 30 procent oszczędności na

Korzyści

■ W samolocie A380 zastosowanie kompozytów zmniejszyło masę podwozia. Przedstawiciele Airbusa twierdzą, że zwiększyło to jego udźwignięcie o 15 ton. Takie działanie sprawiło, że udział kompozytów wzrósł do ponad 22 procent struktury podstawowej. Wprowadzono także tworzywa epoksydowe wzmacniane włóknem szklanym do produkcji statecznika pionowego oraz epoksyd wzmacniany kwarcem do wyrobu stożka dziobowego.



masie samolotu, z zachowaniem tych samych parametrów wytrzymałościowych. Mówi się nawet o ich ulepszeniu.

Kompozyty znalazły także swoje miejsce w stateczniku pionowym F-16. Trapezowa jego część oraz usterzenie poziome są wykonane z kompozytu węglowo-epoksydowego. Materiały kompozytowe w F-16 stanowią 3,4 procent konstrukcji (fot.). Przeważają stopy aluminium – wynoszą one 80 procent.

ISTOTNE PROBLEMY

Oprócz ogromu możliwości, jakie niesie z sobą stosowanie materiałów kompozytowych, pojawia się również wiele niewiadomych. Jedną z nich jest sposób łączenia kompozytów. Podstawową metodą jest klejenie. Zapewnia ono wykorzystanie pełnej wytrzymałości łączonych materiałów, równomierne rozłożenie naprężeń na



PIOTR LYSAKOWSKI

CZĘŚCI KOMPOZYTOWE w samolocie F-16

całej powierzchni złączy oraz charakteryzuje się zdolnością tłumienia drgań. Ponadto połączenia klejone są odporne na korozję. Niestety, mają również wady. Podstawową jest ich mała wytrzymałość na rozwarstwianie i rozrywanie oraz mała odporność klejów na zmiany temperatury. Z tego względu połączenia klejone należy tak konstruować, by były głównie narażone na ścinanie i zabezpieczone przed rozwarstwianiem.

Warunki te można by spełnić stosując połączenia nitowane lub „kominowane” – klejowo-nitowe. Mogłyby one przenosić zarówno obciążenia ścinające, jak i rozrywające, zapewniając jednocześnie odporność na zmiany temperatury. Przed zastosowaniem takiego rozwiązania należy sprawdzić, jaka jest wytrzymałość połączeń nitowych oraz czy będzie wystarczająca do spełnienia wymienionych warunków. Obecnie prowadzi się wiele badań eksperymentalnych w tej dziedzinie.

NIEKOŃCĄCY SIĘ WYŚCIG

Obserwując tendencje rozwojowe lotnictwa, w tym także wojskowego (również platform bez-

załogowych), można powiedzieć, że kompozyty stanowią przyszłość kolejnych konstrukcji. Są tanie, opanowano ich technologie wytwarzania, opracowuje się techniki łatwej naprawy, która jest mało kosztowna. Ponadto trwają prace koncepcyjne nad połączeniami materiałów, które podczas eksploatacji są poddawane wysokim obciążeniom mechanicznym, termodynamicznym oraz drganiom. Z drugiej zaś strony należy zwrócić uwagę, że techniki produkcji stopów aluminium i tytanu stają się coraz efektywniejsze i jednocześnie tańsze. W rezultacie na etapie projektu statku powietrznego konkurencja między materiałami kompozytowymi oraz metalami zaczyna się od nowa. ■

Autor jest absolwentem WAT, studiów podyplomowych w AON oraz Prywatnej Wyższej Szkoły Businessu i Techniki Komputerowych.

Służył jako szef sekcji rozpoznawczej w 1elt, był także oficerem operacyjnym w 23 BLT.

Obecnie jest oficerem operacyjnym w Ośrodku Zdobyczenia i Nadzoru Przestrzeni Powietrznej w Centrum Operacji Powietrznych.



mgr MACIEJ ŁUGOWSKI

Napędy platform bezzałogowych

Napęd jest jednym z tych podstawowych elementów każdego statku powietrznego, który w dużej części determinuje jego osiągi, w tym tak istotne jak zasięg, udźwig czy długotrwałość lotu. W wypadku bezzałogowych statków powietrznych ma on szczególne znaczenie.

Unmaned Aircraft Vehicle (UAV) lub w polskiej nomenklaturze bezzałogowe statki powietrzne (BSP), często popularnie określane jako drony, wchodzi na nowe obszary, zarówno w sferze militarnej, jak i cywilnej. Duże bezzałogowe statki powietrzne startują ze specjalnych wyrzutni, małe zaś mogą być „puszczane z ręki”. Możliwe to jest nie tylko dzięki miniaturyzacji sprzętu i wyposażenia bezzałogowych systemów latających, lecz także odpowiednio dobranemu napędowi. Warto przyjrzeć się więc platformom bezzałogowym od tej strony. Przeanalizujmy krótko, jakie rodzaje napędu, silników czy nawet paliwa stosowało się wcześniej i jak ich zmiana wpływała na osiągi tych platform.

STATEK POWIETRZNY CZY SYSTEM?

Najprościej można powiedzieć, że UAV jest statkiem powietrznym, który nie ma załogi na pokładzie, sterowany jest za pomocą stanowiska naziemnego lub może działać autonomicznie,

wykonując kontrolowany lot poziomy albo manewrowy. Zarówno angielska, jak i polska nazwa nie okazały się do końca ściśle, ponieważ BSP, czy też UAV, to nie tylko statek powietrzny, lecz cały system, w którego skład wchodzi przecież naziemna (lub nawodna czy powietrzna zlokalizowana na innym statku powietrznym) stacja sterująca i przekaźnikowa, zapewniająca kontakt z platformą. Dlatego BSP oznacza *de facto* bezzałogowy system powietrzny.

Natomiast skrót UAV został rozszerzony w niektórych wypadkach do UAVS (Unmanned Aircraft Vehicle System). Federalna Administracja Lotnictwa (Federal Aviation Administration, FAA) przyjęła akronim UAS (Unmanned Aircraft System), aby uwzględnić fakt, że integralną częścią tych skomplikowanych systemów są stacje naziemne oraz inne elementy, oprócz faktycznego pojazdu powietrznego.

Oficjalnie termin Unmanned Aerial Vehicle (bezzałogowe statki powietrzne) został zmieniony na Unmanned Aircraft System (bezzałogowy

system powietrzny). Określenie UAS jednakże nie jest tak powszechnie stosowane jak UAV.

RODZAJE NAPĘDÓW

W platformach bezzałogowych stosuje się w zasadzie wszystkie rodzaje napędów, jakie są używane w lotnictwie – od śmigłowego (spalinowy i elektryczny), przez odrzutowy i raketowy (raketowy jest także napędem odrzutowym, z tym że wyodrębnia się go ze względu na specyfikę stosowanego paliwa i możliwość stosowania w próżni bez dostępu tlenu). Na początku rozwoju bezzałogowych statków powietrznych często stosowano napęd śmigłowy, ale nie była to reguła.

ROZWÓJ PLATFORM BEZZAŁOGOWYCH

Ma on długą historię. Za jedną z pierwszych platform można uznać niemiecki pocisk samosteurujący V-1. Jest to dosyć znany statek powietrzny, który był lotniczą, bezzałogową bronią ofensywną z głowicą bojową, wypełnioną klasycznym materiałem wybuchowym. Jej początki sięgają roku 1941. Określenie jej jako BSP jest może trochę na wyrost, ponieważ była to broń jednorazowego użytku, ale miała układ sterowania z zaprogramowanym pilotem automatycznym, więc działała autonomicznie. Sam układ był stosunkowo prymitywny, składał się z żyroskopów i mechanicznych przeliczników. Zasięg wynosił około 250–300 kilometrów. Po tym dystansie następowało automatyczne odcięcie dopływu paliwa do silnika, a ster wysokości był wychylany w dół i blokowany w tym położeniu. Pocisk pikował pionowo, detonując przy uderzeniu w cel. Jego celność była bardzo mała, a rozrzut ogromny – od kilkudziesięciu do kilkuset kilometrów.

Napęd stanowił odrzutowy silnik pulsacyjny Argus AS-014, który rozpędzał tę prymitywną platformę do prędkości 645 km/h, przy masie całkowitej 2815 kilogramów. Silnik pulsacyjny był jednym z pierwszych, najprostszych silników odrzutowych. Składał się z szerokiego wlotu powietrza, gdzie następowało jego sprężanie. Następnie przez proste zawory jednokierunkowe sprężone powietrze wpadało do komory spalania, gdzie następował wtrysk paliwa i zapłon. Gwałtowne spalanie powstajej mieszanki pali-

wowo-powietrznej i rozszerzanie termodynamiczne powietrza powodowało nagły skok ciśnienia w komorze spalania i zamknięcie zaworów. Sprężone i gorące gazy przelatowały przez długi kanał, rozprężyły się i nabierały prędkości. Wydobywały się przez dyszę wylotową wytwarzając ciąg, który wprawiał w ruch cały obiekt. Podczas wylotu spalin przez długi kanał wylotowy spadało ciśnienie w komorze spalania, a sprężone w przedniej części silnika powietrze otwierało zawory. Gdy powietrze przedostało się do komory spalania, cykl się powtarzał. Tak więc silnik ten nie był odrzutowym silnikiem pracy ciągłej, tylko jego praca odbywała się na zasadzie wielu następujących po sobie eksplozji (pulsów – stąd nazwa silnik pulsacyjny).

Silnik ten miał trzy podstawowe wady. Po pierwsze, ze względu na mały ciąg nie był wydajny. Po drugie, aby rozpoczął pracę, należało go wprawić w ruch, by mogło nastąpić początkowe sprężenie powietrza w przedniej komorze powietrznej. Dlatego V-1 musiał startować z wyrzutni (z udziałem katapulty parowej lub dodatkowego, odrzucanego silnika raketowego na paliwo stałe) rozpędzającej go do około 180–200 km/h. Po trzecie, ze względu na charakter pracy generował ogromne drgania. Tak więc nadawał się w zasadzie tylko do napędu prostych bezzałogowych statków powietrznych. Co prawda, próbowano go zastosować w samolocie myśliwskim, ale ze względu na małą moc jednostkową trzeba było używać dwóch, a nawet czterech takich silników jednocześnie. Wszystkie generowały mocne drgania, przy czym każdy pracował w innym rytmie, niekiedy nakładającym się na siebie, co wywoływało silny rezonans. Powodowało to ogromne naprężenia w płatowcu, łącznie z jego zniszczeniem. Tak więc projekt szybko zarzucono.

V-1 wykonał ostatni lot testowy w 1950 roku i był to koniec zastosowania tego typu napędu i silnika w platformach bezzałogowych. Kolejne generacje miały już napęd odrzutowy z wykorzystaniem różnego typu silników turboodrzutowych TBO (jedno- lub dwuprzepływowych) lub też napęd śmigłowy.

Doświadczenia z zastosowaniem napędu odrzutowego i silników turboodrzutowych w BSP roz-



USAF

PRZYGOTOWANIE DO LOTU BSP to również obsługa jego napędu

począł także Związek Radziecki, a zaraz za nim także Chiny, posiłkując się licencjami z ZSRR. Był to początek lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku. Zastosowano wówczas silnik turbodrzutowy. Przykładem takich maszyn jest Ławoczkin Ła-17R o masie startowej 1300 kilogramów. Miał on jednoprzepływowy silnik RD-9K, umieszczony na spodzie kadłuba we wnęce silnikowej. Osiągał prędkość maksymalną 876 km/h przy wysokości siedmiu tysięcy metrów i zasięgu 500 kilometrów, a więc, jak na początek nowej epoki platform bezzałogowych, stosunkowo duży.

Kolejnym radzieckim bezzałogowym statkiem powietrznym z takim napędem był Tu-143 Rejs konstrukcji biura Tupolewa. Oblatany w 1970 roku miał zamontowany jeden silnik Izotow TR3-117 o ciągu 6,28 kN, umieszczony w górnej gondoli silnikowej. Platforma ta była niewiele większa, bo jej masa startowa wynosiła 1410 kilogramów, a zasięg tylko 190 kilometrów, ponieważ zabierała niedużo paliwa – 190 litrów (Ła-17R miał na pokładzie 880 litrów). Jej lot trwał tylko 13 minut.

Następną radziecką platformą bezzałogową z tego typu napędem i silnikiem był Tu-141 kon-

strukcji Tupolewa. Napędzał go pojedynczy silnik turbodrzutowy Tumański KR-17A o ciągu 19,6 kN. Miał już dużo lepsze osiągi, ponieważ na wysokości sześciu tysięcy metrów osiągał prędkość 1000 km/h, a jego zasięg wynosił tysiąc kilometrów. Masa użyteczna zaś to 5370 kilogramów.

Chińskim odpowiednikiem przedstawianych platform był ChangKong-1 (Shenyang BA-5), wyprodukowany przez Nanjing University of Aeronautics and Astronautics. Napędzał go silnik WP-6, licencyjna wersja Mikulina RD-9B, o ciągu 29 kN (2957 KG).

Na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku zaczęto powszechnie stosować napęd śmigłowy dla statków powietrznych typu BSP. Ma on wiele zalet. Przede wszystkim jest doskonałym napędem na małych wysokościach, ekonomicznym, co zapewnia wysoką długotrwałość lotu, oraz stosunkowo cichym (fot.). Daje też statkowi powietrznemu dużą manewrowość, a w razie konieczności spore przyspieszenie. Zazwyczaj stosowano śmigło w układzie pchającym.

Wraz z rozwojem platform bezzałogowych, przyrostem ich masy i koniecznością zwiększenia zasięgu oraz pułapu na początku lat dzie-

więćdziesiątych ponownie powrócono do napędu turbodrutowego. Jednak nie zaprzestano wykorzystywania w mniejszych platformach napędu śmigłowego i stosuje się go do dzisiaj.

Ostatnie lata to powstanie nowego odgałęzienia maszyn typu BSP – śmigłowców bezzałogowych. Stosuje się w nich oczywiście napęd wirnikowy. W projektach tych duży udział mają również konstruktorzy polscy.

RODZAJE SILNIKÓW

W napędzie odrzutowym stosowano głównie silniki turbodrutowe, najpierw jedno-, następnie dwuprzepływowe. Ich przykładem mogą być platformy amerykańskie typu Predator B-002 oraz RQ-4 Global Hawk. Pierwszą z nich wyposażono

w silnik turbodrutowy Williams FJ44-2A o ciągu 10,2 kN. Aparat ma niewielki udźwig, wynoszący 215 kilogramów, ale pułap 18 tysięcy metrów. Przy prędkości 500 km/h jego długość lotu wynosi 12 godzin. Druga z maszyn jest napędzana już przez nowo-

czesniejszy silnik dwuprzepływowy Allison Rolls-Royce AE3007H. Jest dużo większa od poprzedniej, ponieważ jej masa własna wynosi 3850 kilogramów. Przy prędkości przelotowej 650 km/h i wysokości 20 tysięcy metrów jej zasięg dochodzi do 20 tysięcy kilometrów.

Jednak wiele platform bezzałogowych wykorzystuje śmigła lub wirniki nośne. Przez długi czas były one napędzane przez spalinowe silniki tłokowe, dwu- lub czterosuwowe, z dwoma lub czterema cylindrami. Silniki dwusuwowe są prostsze w konstrukcji i obsłudze, dlatego sięgano po nie często – aż do początku lat dwutysięcznych. Przykładem może być izraelski BSP IAI Pioneer z roku 1985, produkcji firmy Israel Aerospace Industries (we współpracy z amerykańską firmą AAI Corporation). Zastosowano w nim spalinowy silnik tłokowy w systemie dwusuwowym

Sasch, produkcji znanej niemieckiej firmy ZF Sasch AG, o mocy 20 kW (27 KM).

Zaczęto też sięgać po dużo bardziej zaawansowane i niestandardowe spalinowe silniki tłokowe. Jednym z przykładów jest zastosowanie tak zwanego silnika Wankla, który nie ma stałych komór spalania. Trójkątny tłok, obracając się w cylindrze, tworzy i zamyka ruchome komory spalania, które przekształcają się w komory wydechowe. Zastosowano go w izraelskiej platformie IAI Harpy z roku 1994, napędzanej śmigłem z jednym silnikiem w układzie Wankla AR731 o mocy 28 KW (38 KM). Silnik wyprodukowała brytyjska wytwórnia UAV Engines Limited (UEL).

Spalinowe silniki tłokowe stosowano również w dużo większych platformach bezzałogowych. Wtedy oczywiście ich moc była odpowiednio większa. BSP oznaczony RQ-5, zbudowany w kooperacji izraelsko-amerykańskiej, jako napęd miał dwa silniki dwusuwowe Moto Guzzi o mocy 2x100 kW (2x136 KM). Jego zasięg w tej konfiguracji napędu wynosił 1800–2000 kilometrów, a długość lotu dochodziła do 14 godzin. Przy napędzie śmigłowym długość lotu można dodatkowo regulować odpowiednim doborem skoku śmigła do obrotów silnika.

Kiedy w platformach bezzałogowych z napędem śmigłowym zaczęło rosnąć zapotrzebowanie na moc zespołu napędowego, przekazywanego na śmigło, zwrócono się ku silnikom turbośmigłowym. Turbina ma tę ogromną zaletę, że konstrukcyjnie jest prostsza od silnika tłokowego, a silnik turbośmigłowy ma dużo mniej elementów ruchomych niż tłokowy, zwłaszcza czterosuwowy. Na przykład, amerykański Predator z napędem śmigłowym (śmigło pchające) ma silnik tłokowy o mocy 119 KM. Młodszy od niego MQ-9 Reaper otrzymał także napęd śmigłowy, lecz został wyposażony w inny silnik zdecydowanie mocniejszy, turbośmigłowy o mocy 950 KM. Również kolejne wersje Predatora wyposażano w dużo mocniejsze silniki turbośmigłowe. I tak Predator B-001 otrzymał turbośmigłowy silnik Garret TPE-331-10T o mocy 712 KW, co zapewniło mu długość

■ Napęd rakiety jest stosowany również w BSP, ale jedynie jako przyspieszacz startowy. Rozpędza platformę do prędkości podróźnej lub służy do radykalnego skrócenia startu. Następnie jest odrzucany, a napęd przejmuje silnik podróźny.

łość lotu około 30 godzin. Wersja Predator B-003 (nazwana przez producenta General Atomics Altair) miała ten sam silnik, co wersja 001, ale dzięki zmodyfikowanemu systemowi sterowania skokiem śmigła zwiększono jej długotrwałość lotu o sześć godzin (do 36 godzin). Zastosowanie mocniejszych silników wiązało się oczywiście ze zwiększeniem osiągnięć, w tym masy własnej i użytkowej BSP.

W platformach o mniejszych wymiarach stosuje się napęd śmigłowy, ale silniki spalinowe coraz częściej są zastępowane elektrycznymi. Ich podstawową zaletą jest przede wszystkim cichość i niewrażliwość na zanieczyszczenia powietrza. Mogą pracować w warunkach wysokiego zapylenia, a nowoczesne baterie zapewniają im możliwość pracy liczoną w godzinach. Tak mały bezzałogowy statek powietrzny może być puszczany „z ręki”, choć często ma postać platformy, której śmigła są jednocześnie wirnikami nośnymi. Ma więc możliwość długotrwałego zawisu. Może również operować w przestrzeniach zamkniętych. Stosowanymi silnikami są najczęściej elektryczne silniki bezszczotkowe.

ŹRÓDŁA ENERGII

Źródła energii również są różne i zależne od typu zastosowanych napędów. W wypadku silników spalinowych, a więc tłokowych i odrzutowych, stosuje się paliwa lotnicze. Od strony chemicznej są to węglowodory, ponieważ oba typy silników są silnikami ciepłymi, w których wykorzystuje się chemiczny proces gwałtownego spalania i fizykochemiczny proces rozprężania termodynamicznego gazów.

Inaczej sprawa ma się w wypadku napędu silnikami elektrycznymi. Tutaj źródłem energii jest prąd elektryczny. Może on być gromadzony w bateriach lub ogniwach elektrycznych. Mimo znacznego unowocześnienia tych akumulatorów energii elektrycznej, zwłaszcza zmniejszenia ich masy i zwiększenia pojemności, to jednak mają one swoje limity. Napędzany nimi BSP może latać w bardzo ograniczonym czasie. Jednak od dawna już pracuje się (uczestniczy w tym także warszawski Instytut Lotnictwa) nad zastosowaniem baterii słonecznych, montowanych najczę-

ściej na górnej powierzchni skrzydeł. Na odpowiedniej wysokości baterie słoneczne są w stanie zamienić tyle energii słonecznej na energię elektryczną, że z powodzeniem mogą napędzać kilka silników elektrycznych. Jeżeli dodatkowo taki samolot ma zainstalowane baterie gromadzące energię elektryczną, to za dnia są one ładowane nadmiarem energii wytwarzanej przez baterie słoneczne, a przy braku słońca (noc) mogą dostarczać energii silnikom. Tak więc taki BSP mógłby teoretycznie latać bez końca, a przynajmniej już nie przez godziny, ale przez dni lub miesiące.

Inną sprawą jest jeszcze przekazywanie energii do platformy napędzanej elektrycznie. Od dawna już próbowano przenosić energię bezprzewodowo. W wypadku bezzałogowych statków powietrznych to się udało. Stosując technologię firmy LaserMotive, zmodyfikowano niewielki BSP typu Stalker, montując na nim odbiornik laserowy. Odbierając promień lasera, przetwarza on energię fotonów na energię elektryczną i w ten sposób ładuje baterie. Podczas testów tak zaopatrywany w energię Stalker unosił się w powietrzu w tunelu aerodynamicznym przez 46 godzin. Jak się okazało, mógłby dużo więcej, ponieważ gdy przerwano test, w jego bateriach było więcej zmagazynowanej energii niż przed jego rozpoczęciem. Potencjał tej technologii jest ogromny. Tak doładowany bezzałogowy statek powietrzny może cały czas unosić się w powietrzu, podlatując tylko czasem do stacji ładującej.

Przed napędami platform bezzałogowych stoją wciąż jeszcze ogromne możliwości. W przyszłości zastosowane w nich nowe technologie będzie można wykorzystać w powietrznych statkach załogowych. ■

Autor jest absolwentem Politechniki Wrocławskiej. Ukończył też studia MBA oraz Master of Management w Vancouver w Kanadzie. Pracował na stanowiskach menedżerskich i konsultacyjnych w korporacji producentów rosyjskich silników lotniczych NPO-Saturn. Jego specjalność to napędy lotnicze. Obecnie jest dziennikarzem piszącym do prasy lotniczej i autorem kilku monografii na temat samolotów.



ppłk dypl.

STANISŁAW CZESZEJKO

Dowództwo Sił Powietrznych

Ewolucja systemu rozpoznania radiolokacyjnego USA

Znaczenie informacji o przeciwniku powietrznym i reakcja na zagrożenie uderzeniami z powietrza to nie tylko znak współczesnych czasów. Te problemy trapiły wszystkie armie, amerykańską w szczególności.

Pierwszym elementem systemu rozpoznania radiolokacyjnego sił powietrznych USA był prototyp radaru o zasięgu około 14 kilometrów, który sprawnie funkcjonował już w grudniu 1936 roku. Kolejny radar, testowany w 1937 roku, był pierwowzorem ich kolejnych typów o symbolach SCR-268, SCR-270 i SCR-271. Pierwsze seryjne radary trafiły do wojsk USA w 1940 roku. Łącznie rozmieszczono 95 sztuk typu SCR-270 i stacjonarnych SCR-271 – ich zasięg wykrywania to około 200 kilometrów, a pułap około sześciu. Radary początkowo uzupełniał system posterunków obserwacji wzrokowej Korpusu Obserwacji Wzrokowej USA (Ground Observer Corps – GOC).

Atak na Hawaje i potencjalne zagrożenie atakiem zachodniego wybrzeża USA przez armię japońską wymusiło tworzenie posterunków wyposażonych w radary oraz rozmieszczanie eskadr

lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów artylerii przeciwlotniczej (w drugiej kolejności na wybrzeżu wschodnim). W ten sposób utworzono podwaliny systemu obrony powietrznej (OP) USA.

Przebieg drugiej wojny światowej osłabił poczucie zagrożenia USA atakami bombowymi, co w konsekwencji doprowadziło do rozwiązania Dowództwa Obrony Powietrznej (Air Defence Command – ADC).

CZASY POWOJENNE

W roku 1946 ponownie sformowano Dowództwo Obrony Powietrznej USA. Wynikało to bezpośrednio z analiz działań lotnictwa w trakcie drugiej wojny światowej. Mimo że zimna wojna stała się faktem, przywódcy USA nie postrzegali jeszcze ZSRR jako zagrożenia dla kontynentu północnoamerykańskiego. Uznawano, że najlepszą obroną powietrzną są ofensywne siły powietrzne uzbrojone w broń atomową.

Jednak dostrzegano potrzebę budowy ostrzegawczych radarów dalekiego zasięgu. Do 1949 roku postanowiono zbudować 24 radary (według planu z końca 1946 roku) w celu ochrony strategicznych obszarów USA, głównie w części północno-wschodniej i północno-zachodniej. W kwietniu 1947 roku sugerowano budowę sieci składającej się ze 114 radarów, w listopadzie natomiast rozważano budowę „ściany” 374 radarów z 14 centrami kontroli sytuacji powietrznej na kontynentalnej części USA oraz dodatkowo na Alasce (37 radarów i cztery centra). Planowano, że gotowość operacyjną osiągną w połowie 1953 roku.

Na początku 1948 roku zakładano budowę nowego elementu systemu rozpoznania radiolokacyjnego, który miał być systemem tymczasowym, i, by odróżnić go od kolejnych, nazwano go Lashup. Zbudowano go w celu doraźnego usprawnienia działania istniejącego już systemu rozpoznania radiolokacyjnego. W ramach tego projektu uruchomiono od 1948 roku 44 radary (oznaczono je literą L), które rozmieszczono wokół strategicznie ważnych obszarów, a czynne były już w połowie roku 1950¹.

Również w połowie roku 1948 opracowano kolejny system – stałą sieć radarów (Permanent Network). W jego ramach planowano rozmieszczenie 75 radarów i 10 centrów kontroli w kontynentalnej części USA oraz 10 radarów i centrum kontroli na Alasce. 2 grudnia 1948 roku rozpoczęto budowę sieci (part of the Permanent Network). Pierwsze 24 radary, oznaczone literą P, osiągnęły gotowość pod koniec 1951 roku. Dalszą część, 23 radary, budowano w kolejnych latach. Wykorzystane tu radary AN/CPS-5 (5 sztuk), AN/CPS-6B (12 sztuk), AN/TPS-1B zostały zastąpione przez AN/FPS-3 (7 sztuk). W końcu 1949 roku udana próba wybuchu bomby atomowej w ZSRR przyspieszyła prace nad rozbudową systemu obrony powietrznej USA. Doświadczenia zdobyte w trakcie wojny koreańskiej obnażyły wiele słabości funkcjonującego systemu, głównie pod względem koordynacji działań. Rezultatem był dalszy rozwój struktury systemów dowodzenia (Command & Control – C2) oraz tworzenie stref identyfikacji systemu obrony po-

wietrznej (Air Defense Identification Zones – ADIZ) wzdłuż rubieży narodowych. Przekazano również siłom powietrznym operacyjną kontrolę nad artylerią przeciwlotniczą wojsk lądowych.

W lipcu 1950 roku rozpoczęto realizację drugiego segmentu sieci (Second Segment of the Permanent Network), który zakładał budowę 28 nowych radarów. Zabezpieczać miały one dodatkowo pokrycie wschodniej, środkowo-zachodniej i zachodniej części kraju. Oddanie do użytku tej części sieci nastąpiło w połowie 1951 roku².

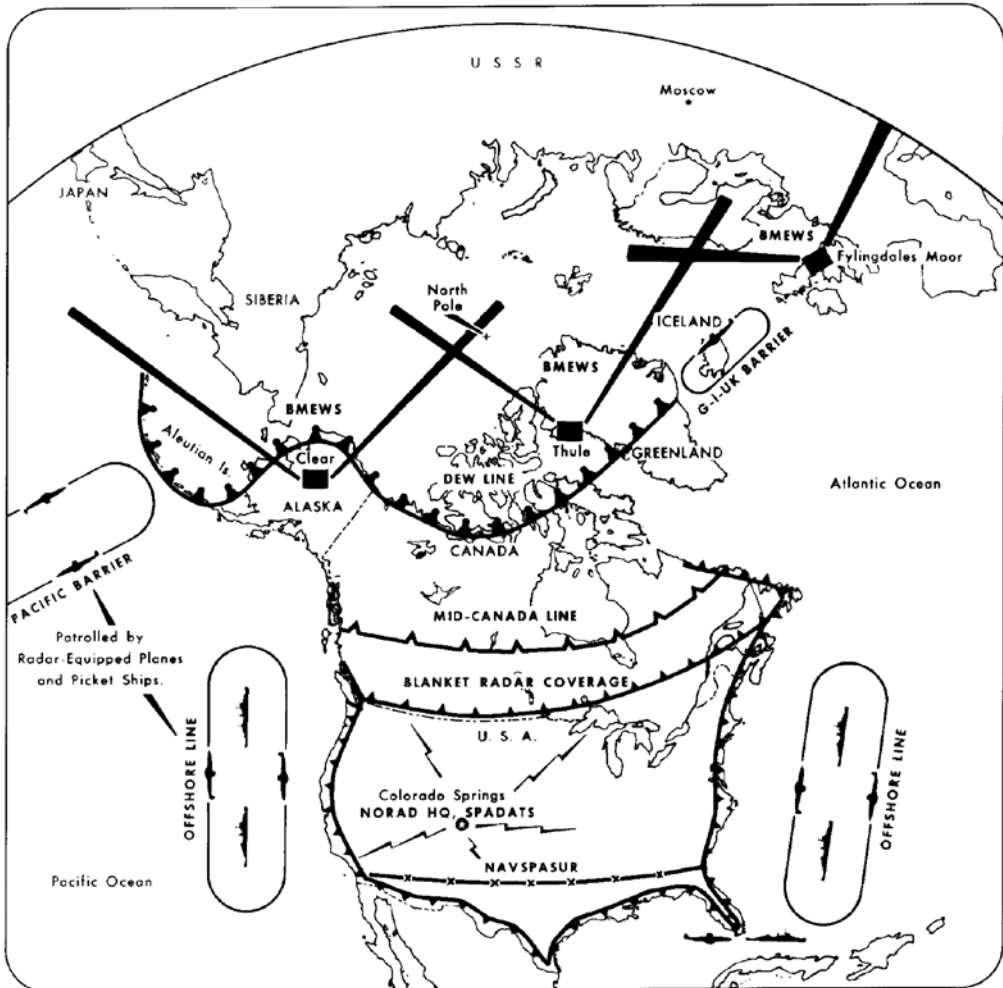
Gdy zakończono budowę obu części sieci Permanent Network i gdy osiągnęły one gotowość operacyjną w końcu 1952 roku, miały 75 radarów. Ze względu na trudności w produkcji nowych urządzeń wykorzystywano jeszcze stacje z poprzedniego systemu Lashup (oznaczono je LP).

Aby wzmocnić system obrony powietrznej, postanowiono uzupełnić sieć Permanent Network dodatkowymi radarami mobilnymi (Mobile Radar). Przeprowadzono to w trzech fazach. W lipcu 1951 roku zaplanowano instalację 44 mobilnych radarów (oznaczonych literą M), osiągnięcie przez nie gotowości przewidywano w lipcu następnego roku.

W styczniu 1952 roku zakładano rozmieszczenie dodatkowych radarów mobilnych w celu zdublowania radarów sieci Permanent Network w strategicznych rejonach. Pozostałych 20 mobilnych radarów miało być rozmieszczonych wzdłuż granic kraju, by wesprzeć 75 stacji sieci Permanent Network. Opóźnienia w ich rozlokowaniu pozwoliły na wykorzystanie nowszych stacji AN/MPS-11 zamiast AN/TPS-1D. Umiejscowienie planowanych 44 radarów M było gotowe w końcu 1952 roku i poddane dalszym modyfikacjom, w tym wykorzystano istniejące już stanowiska wyposażone w stary sprzęt systemu Lashup. Radary mobilne M dołączyły do 75 ra-

¹ W momencie włączania do pracy radarów systemu Permanent Network w latach 1949–1952 oraz Pinetree Line w latach 1950–1955 radary systemu Lashup były systematycznie wyłączane.

² Nastąpiło całością elementów sieci w końcu 1952 roku.



Rozmieszczenie sieci radarów w USA w 1962 roku

Źródło: D. Winkler: *Searching the Skies – the legacy of the United States Cold War Defense Radar Program*. USAF ACC, Langley 1997, s. 38.

darów stacjonarnej sieci Permanent Network. Ich mobilność była ograniczona rozbudowaną infrastrukturą, podobną jak dla radarów stacjonarnych.

PIERWSZA LINIA

Pracując nad projektem Permanent Network, niejako równolegle, uzgodniono również z Kanadą rozszerzenie amerykańskiej sieci radarowej

na północ od granicy USA–Kanada (na południu Kanady). Tę linię radarów nazwano Pinetree Line (linia Pinetree, zwana również Pinetree Chain – zaporą sosnowa, znana również jako pierwsza linia radarów). Prace nad jej budową rozpoczęto 2 grudnia 1949 roku (rys.). Miała ona wykrywać środki napadu powietrznego przede wszystkim nad obszarami wielkomiejskimi i ważnymi obiektami, na przykład siedzibą Komisji Energii

Atomowej USA. Wiele stanowisk linii pokrywało się z pozycjami sieci Lashup wokół ważnych strategicznie obszarów, w związku z tym, w momencie włączania do pracy radarów nowego systemu, radary systemu Lashup wyłączano.

We wrześniu 1950 roku ruszyła budowa 23 najnowszych radarów mających tworzyć amerykańską część linii Pinetree Line – oddano ją do eksploatacji w roku 1953. Równolegle budowano jej kanadyjską część. Od 1954 roku ciągnęła się ona wzdłuż granicy kanadyjsko-amerykańskiej (wzdłuż 45 równoleżnika) i składała z ponad 30 radarów. Pinetree Line to pierwszy skoordynowany system wykrywania bombowców i rakiet nadlatujących z ZSRR.

W drugiej połowie lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku rozwojem objęto również radary do wykrywania celów nisko lecących (Gap-Filler Radars), które wypełniały lukę w funkcjonującym systemie. Umiejscowienie w latach 1957–1962 radarów bliskiego zasięgu typu AN/FPS-14 i AN/FPS-18 rozwiązało ten problem. Około 200 radarów tych typów rozmieszczono między stacjonarnymi i mobilnymi radarami dalekiego zasięgu. Radary te, o zasięgu około 115 kilometrów, ulokowano na 131 pozycjach w kontynentalnej części USA. W związku z cięciami finansowymi, wynikającymi z prowadzenia wojny w Wietnamie, w 1968 roku siły powietrzne USA zrezygnowały z ich pracy. Urządzenia te zostały wyłączone lub przekazane organizacjom cywilnym.

DRUGA LINIA

Na północ od Pinetree Line znajdowała się zbudowana przez rząd Kanady i oddana do użytku w 1957 roku Mid-Canada-Line, składająca się z radarów bezobsługowych. Przebiegała ona w zasadzie wzdłuż 55 równoleżnika. Linie tę wyposażono w około sto całkowicie zautomatyzowanych radarów, rozciągających się na długości około pięciu tysięcy kilometrów (średni odstęp między nimi wynosił około 50 kilometrów).

Informacje z tej linii przekazywano do Sztabu Dowództwa Obrony Powietrznej Ameryki Północnej (North American Air Defence Command – NORAD), utworzonego wspólnie przez USA

i Kanadę. Radary te mogły wykrywać samoloty, które przeniknęły przez linię DEW znajdującą się około 800 kilometrów na północ od granicy USA. Linie tę oddano do użytku w 1957 roku, w roku 1964 wymieniono większość radarów starego typu na nowe dalekiego zasięgu. Na początku lat osiemdziesiątych linia zaprzestała pracy i zdemontowano ją.

TRZECIA LINIA

Na podstawie oceny z funkcjonowania utworzonego systemu ustalono, że nie jest on wystarczająco wydolny w wypadku ataku powietrznego. Potwierdził to 16 kwietnia 1952 roku ogłoszony przypadkowo fałszywy alarm, gdzie czas ostrzeżenia był zbyt krótki, by uruchomić skuteczną obronę powietrzną. Postanowiono stworzyć kolejną, trzecią linię radarów dalekiego wczesnego ostrzegania (Distant Early Warning – Line – DEW Line) w poprzek północnej części kontynentu amerykańskiego oraz wprowadzić automatyzację dowodzenia dzięki wykorzystaniu komputerów (klasy Whirlwind II).

Budowę linii DEW rozpoczęto na początku 1953 roku, a zakończono w 1957. W jej skład weszło 57 różnych radarów półautomatycznych³, przystosowanych do pracy w warunkach arktycznych. Linia przebiegała przez północną część Alaski i kanadyjskiej Arktyki do północno-zachodniej części Grenlandii i miała około 5,5 tysiąca kilometrów długości. Jej odległość od północnych granic USA wynosiła 1600 kilometrów i przebiegała wzdłuż siedemdziesiątego równoleżnika. Główne stacje rozpoczęły pracę w 1957 roku, później kontynuowały ją jako urządzenia systemu radarów dalekiego zasięgu (Long-Range Radar System – LRRS). Stacje pomocnicze pracowały operacyjnie od 1957 do 1971 roku, pośrednie natomiast od 1957 do 1963 roku.

W 1957 roku zdecydowano, aby rozszerzyć sieć na Aleuty – jej elementy pracowały do 1969 roku. Linia DEW była wspomagana w latach 1956–1965 przez dwie „bariery” na Oceanie Atlantyckim

³ Według M. Sztarskiego, w tej sieci było 85 radarów. M. Sztarski: *Radary*. Warszawa 1981, s. 140.

Składowe systemu

Elementem systemu rozpoznania radiolokacyjnego sił powietrznych był łańcuch posterunków radarowych rozmieszczonych na płycznach odległych od lądu o około 200 kilometrów. Ich budowę rozpoczęto w 1955 roku i nazwano wieżami teksańskimi (Texas Towers) lub sztucznymi wyspami. Zbudowane w postaci trójkąta, osadzone na słupach betonowych, były podstawą dla jednego radaru ostrzegawczego dalekiego zasięgu i dwóch wysokościomierzy. Znajdowało się tam również lądowisko dla śmigłowców.

(Atlantic Barrier – BarLant)⁴ i Oceanie Spokojnym (Pacific Barrier – BarPac)⁵. Ruchoma „bariera” składała się najczęściej z okrętu z systemem radarów, osłanianego przez niszczyciel eskortowy, oraz samolotu wczesnego ostrzegania Lockheed EC-121 Warning Star patrolującego przestrzeń powietrzną na wysokości od jednego do dwóch kilometrów.

KOLEJNY SYSTEM

W roku 1980 linię DEW wycofano z pracy i zastąpiono systemem radarów o nazwie północny system ostrzegania systemu radarów dalekiego zasięgu (North Warning System Long-Range Radar System – LRRS). Był on wyposażony w radary dalekiego zasięgu AN/FPS-117 i bezobsługowe krótkiego zasięgu AN/FPS-124. Działały one operacyjnie jako stacjonarne stacje systemu ostrzegania i kontroli (Permanent Aircraft Control and Warning Stations – PACWS) od około 1950 do 1963 roku. Niektóre funkcjonowały do 1980 i do 1985 roku, a część jeszcze w roku 1997 w ramach północnego systemu ostrzegania systemu radarów dalekiego zasięgu, oficjalnie znanego jako Seek Igloo. Posługując się normą radaru o mi-

nimalnym nakładzie obsługi (Minimally Attended Radar – MAR), część tych stanowisk przeszła znaczną przebudowę, cztery z nich otrzymało na początku 1980 roku unikalne kuliste kopuły dielektryczne.

OKRĘTY DOZORU RADIOLOKACYJNEGO

Na obszarach morskich, gdzie nie było wysp i nie można było budować wież teksańskich, organizowano dalekomorski dozór radiolokacyjny we wskazanych strefach, na przykład w ramach tak zwanego *offshore line*. Towarzyszył temu najczęściej powietrzny dozór radiolokacyjny. Na okrętach i niekiedy statkach handlowych odpowiednio adaptowanych do tego celu instalowano radary wykrywające cele powietrzne. Dalekomorski dozór radiolokacyjny prowadzono również w ramach tak zwanych barier (Atlantic Barrier oraz Pacific Barrier). Bardzo często takie jednostki mogły wykrywać również cele nawodne oraz podwodne. Strefy radiolokacyjnego dozoru dalekomorskiego wytyczano najczęściej w odległości 300–600 kilometrów od wybrzeża. Niektóre źródła wskazują na wykorzystywanie do tych zadań okrętów podwodnych, których strefy dozoru mogą się znajdować znacznie dalej od wybrzeża.

INNE PLATFORMY

Aby zwiększyć zasięg rozpoznania radiolokacyjnego, zastosowano również sterowce, które miały na pokładach zainstalowane radary dużego zasięgu. Były one szczególnie przydatne do wykrywania celów nisko lecących, które można namierzać wyniesionym w górę radarem znacznie wcześniej niż radarem naziemnym lub nawodnym. Siły powietrzne stosowały je w miejscach, gdzie użycie radarów naziemnych lub na morzu (platformy, okręty, statki) nie było możliwe lub było nie-

⁴ BarLant rozpoczęła działalność 1 lipca 1956 roku i funkcjonowała aż do 1965 roku, kiedy to barierę przesunięto na północ między Grenlandię, Islandię a Wielką Brytanię (tzw. G-I-UK Barrier).

⁵ BarPac zaczęła działać 1 lipca 1958 roku, działalność zakończyła w sierpniu 1965 roku. Obszar patrolowania samolotów tylko częściowo pokrywał się ze strefą patrolowania okrętów.

efektywne. Zastosowano je w połowie lat pięćdziesiątych (sterowce typu ZPG-2W, ZPG-3W), jako radary wypełniające luki w systemie (Gap-Filler Radars), a wycofano w roku 1962. Łącznie wyprodukowano i użytkowano pięć sterowców.

SAMOLOTY DOZURU RADIOLOKACYJNEGO

Pierwszym samolotem wczesnego ostrzegania i dozoru przestrzeni powietrznej, zbudowanym na bazie samolotu transportowego Lockheed Super Constellation dla USAF i US Navy, był Lockheed EC-121 Warning Star⁶. Pełnił on funkcję samolotu wczesnego ostrzegania dalekich obszarów, między innymi w systemie Distant Early Warning Line. Maszynę wprowadzono do służby w 1955 roku. W 1978 roku zastąpiły ją samoloty E-3 Sentry.

EC-121 był pionierską platformą w dziedzinie wczesnego wykrywania, ostrzegania i kontroli przestrzeni powietrznej. Podczas służby był wielokrotnie modyfikowany i stał się maszyną testową dla wielu systemów radarowych oraz systemów zbierania danych rozpoznawczych⁷. Pełnił jednocześnie funkcję posterunku radiolokacyjnego i punktu naprowadzania samolotów myśliwskich⁸.

Od roku 1950 marynarka wojenna USA wykorzystuje również do dozoru radiolokacyjnego samoloty serii E-2 Hawkey w różnych wariantach. Wersja E-2C, eksploatowana od połowy lat sześćdziesiątych, przystosowana do lotów we wszystkich warunkach pogodowych, mieści na pokładzie taktyczną latającą platformę wczesnego ostrzegania, dowodzenia i kontroli dla całej grupy bojowej lotniskowca⁹.

Samolot E-2C pozwala prowadzić operacje wczesnego ostrzegania, analizy zagrożeń i kontroli operacji przeciwnika przeciwko celom powietrznym i pływającym.

Do budowy powietrznego systemu wczesnego wykrywania i naprowadzania (Airborne Warning and Control System – AWACS) przystąpiono w 1963 roku, a gotowość operacyjną osiągnął on w roku 1978. Jest przeznaczony do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego dalekiego zasięgu, wczesnego wykrywania celów powietrznych, szczególnie na małych wysokościach, i nawodnych, przekazywania informacji o wykrytych ce-

lach i naprowadzania na nie samolotów własnych. Ze względu na zasięg działania maszyny służą do prowadzenia rozpoznania radiolokacyjnego na dużych obszarach i uzupełniają wyniki rozpoznania naziemnych środków radiolokacyjnych. AWACS charakteryzuje się większą zdolnością do wykrywania i lokalizacji obiektów powietrznych, wykonujących lot na małych wysokościach.

System ten w końcowej fazie zimnej wojny tworzyło około 35 samolotów. Zapewniały one prowadzenie rozpoznania radiolokacyjnego, ostrzegania i dowodzenia w operacjach strategicznych, jak również specjalnego przeznaczenia na potrzeby teatru działań wojennych (TDW) i dowództw różnych szczebli sił powietrznych USA. Samolot systemu opracowano na podstawie wojskowej wersji Boeinga-707 o nazwie E-3 Sentry, na której zamontowano wielosystemowy radar typu AN/APY-2.

Jednym z ważniejszych etapów modernizacji systemu AWACS było wyposażenie w 1979 roku samolotów E-3 i myśliwców w zespoloną taktycznie aparaturę systemu dystrybucji danych (Joint Tactical Information Distribution System – JTIDS), która pozwala przekazywać nie tylko „głosową” informację o sytuacji, ale również wi-

⁶ Oficjalnie maszyna była nazywana Warning Star, ale częściej określano ją mianem Connie lub Super Connie, zdrobnieniem od nazwy samolotu bazowego Constellation.

⁷ Stosowano je również do patrolowania obszarów wzdłuż granic ZSRR, mając w wyposażeniu radary obserwacji bocznej, umożliwiające obserwację powierzchni ziemi.

⁸ Podczas wojny w Wietnamie około 30 maszyn EC-121, dzięki wyposażeniu w odpowiednie sensory, przystosowano do śledzenia ruchów jednostek naziemnych Ho Chi Minha w ramach operacji Igloo White. Zmodyfikowaną wersję samolotu oznaczono EC-121R BatCat. W październiku 1967 r. EC-121 dokonał pierwszego namierzenia wrogiego myśliwca typu MiG-21. Podczas działań wojennych w Wietnamie stracono dwie maszyny tego typu. 15 kwietnia 1969 r. jeden EC-121 został zestrzelony przez myśliwiec północnokoreański, a cała załoga, licząca 31 osób, poniosła śmierć.

⁹ Rzadsze przykłady wykorzystania samolotu to m.in. kontrola powietrzna obszaru działania grupy lotniskowca, nadzór nad przechwytywaniem obcych samolotów przez myśliwce, naprowadzanie lotnictwa szturmowego na cele, koordynacja operacji poszukiwawczo-ratunkowych i zwalczania okrętów podwodnych oraz retransmisja komunikacyjna (radiowa).

zualną (symboliczną) na pokład jednocześnie kilkudziesięciu samolotów myśliwskich (i nie tylko), znajdujących się w promieniu 600 kilometrów, co znacznie ułatwiło dowodzenie lotnictwem.

WYKRYWANIE POCISKÓW BALISTYCZNYCH

Przed pojawieniem się radzieckich międzykontynentalnych rakiet balistycznych (Intercontinental Ballistic Missile – ICBM) wojska lądowe i siły powietrzne USA prowadziły osobne pogramy badań i rozwoju zwalczania rakiet balistycznych średniego zasięgu. W wojskach lądowych nazwano go Nike Zeus, w siłach powietrznych – Project Wizard. W 1958 roku zrezygnowano z programu Project Wizard na korzyść Nike Zeus. Latem 1958 roku rozpoczęto budowę radarów typu AN/FPS-50, śledzenia (typu AN/FPS-49) oraz systemu komunikacji łączących je z centrami dowodzenia.

Obserwacja najważniejszych możliwych kierunków lotu rakiet odpalonych w ZSRR wymagała lokalizacji radarów w trzech miejscach. Pierwsza lokalizacja (Site I) radaru to Thule na Grenlandii. Planowano tam rozmieszczenie radarów typu AN/FPS-49 i AN/FPS-50. Tej budowie nadano najwyższy priorytet. Thule uzyskało gotowość operacyjną w październiku 1960 roku i zapewniało wykrywanie większości zbliżających się potencjalnie rakiet z masywu eurazjatyckiego.

Lokalizacją drugiego stanowiska (Site II) była Alaska. Budowę radaru AN/FPS-50 w Clear rozpoczęto w 1958 roku. Ostrzegał on o rakietach odpalanych z terenu wschodniej części Syberii – gotowość operacyjną osiągnął pod koniec 1961 roku.

Radar śledzenia AN/FPS-49 (lokalizacja w Wielkiej Brytanii w Fylingdale Moor – hrabstwo Yorkshire) był gotowy we wrześniu 1963 roku (Site III). Zapewniał wykrywanie radzieckich międzykontynentalnych rakiet balistycznych odpalanych z zachodniej części ZSRR w kierunku USA i alarmował w wypadku odpalenia radzieckich rakiet średniego zasięgu na cele w Europie Zachodniej. W Clear w 1966 roku zbudowano również radar śledzenia, ulepszoną wersję radaru AN/FPS-49, oznaczoną AN/FPS-92.

Radary tego typu wykrywają międzykontynentalne rakiety balistyczne na średnim odcinku

ich toru lotu, co pozwala na ich umiejscowienie około osiem minut po starcie i na około 24 minuty przed uderzeniem w cel na terytorium USA.

Wcześniejsze ostrzeżenie, głównie z systemu BMEWS, stało się elementem krytycznym w przygotowaniu USA do początkowego okresu wojny i pozwalało Dowództwu Strategicznych Sił Powietrznych USA (Strategic Air Command – SAC) na przekazanie strategicznym bombowcom sygnału do startu oraz pozyskanie możliwości odpalenia rakiet balistycznych.

W lipcu 1973 roku zdecydowano o budowie dodatkowego urządzenia rozpoznawczego, współpracującego z pozostałymi elementami systemu, nazwanego Cobra Dane (radar oznaczony jako AN/FPS-108), na wyspie Shemya w Archipelagu Aleuckim u wybrzeży Alaski. Zastąpiło ono radary AN/FPS-17 i AN/FPS-80 umieszczone na tej wyspie w 1960 roku, które śledziły radzieckie testy rakietowe i wspierały system śledzenia kosmosu (Air Force Spacetrack System)¹⁰. Ten wielki, jednościanowy radar ze skanowaniem fazowym (macierzowo-fazowy), miał moc większą niż jakikolwiek wcześniej zbudowany. Gotowość operacyjną osiągnął w 1977 roku. Jego głównym zadaniem było monitorowanie startów radzieckich rakiet testowych z południowo-zachodniej Rosji, kierowanych na półwysep Kamczatka.

W 1976 roku siły powietrzne USA rozpoczęły użytkowanie sieci radarów uzupełniających wykrywanie (Perimeter Acquisition Radar attack Characterization System – PARCS). Ogromną strukturę PARCS zbudowano jako komponent systemu obrony przed raketami balistycznymi (Anti-Ballistic Missile – ABM), a zarazem jako główny element systemu raketowego wojsk lądowych Safeguard, umiejscowionego na północ od Grand Forks (Północna Dakota). Safeguard był przeznaczony do obrony amerykańskich strategicznych sił raketowych (Minuteman).

W 1968 roku wszystkie radary wykrywania celów nisko lecących wycofano z eksploatacji,

¹⁰ System sił powietrznych z 1960 roku składający się z dużych radarów i urządzeń optycznych, rozmieszczony globalnie w celu monitorowania obiektów na orbicie ziemskiej.

a w ich miejsce planowano budowę radarów pozahoryzontalnych (Over-The-Horizon – OTH) na wschodnim i zachodnim wybrzeżu. Był to wynik współpracy sił powietrznych i Federalnej Administracji Lotnictwa (Federal Aviation Administration – FAA), zainicjowanej w celu poprawy możliwości bojowych połączonego systemu obrony powietrznej (Joint Surveillance System – JSS).

Testy rozruchowe na wybrzeżu wschodnim, rozpoczętej w 1975 roku budowy prototypu radaru pozahoryzontalnego tylnego sondowania (Over-The-Horizon-Back-Scatter – OTH-B), przypadły na rok 1980. Nadajnik zbudowano na posterunku sił powietrznych w Moscov (Air Force Station – AFS) w Maine¹¹, a odbiornik na posterunku sił powietrznych Columbia – również w Maine. Po udanych testach zdecydowano w 1982 roku o budowie urządzenia docelowego systemu, oznaczonego jako AN/FSP-118. System osiągnął ograniczoną zdolność operacyjną w 1988 roku.

Uruchomiony system radarów pozahoryzontalnych mógł również namierzać cele nisko lecące zbliżające się do USA. Teoretycznie radary te powinny wykrywać obiekty na każdej wysokości w zasięgu od 900 do 3600 kilometrów, a także rakiety startujące z powierzchni ziemi, na przykład ICBM, oraz wybuchy jądrowe poza horyzontem. Jednak w marcu 1991 roku ograniczone zagrożenie doprowadziło do wygaszenia całego systemu. Kontynuowano częściową pracę operacyjną na wybrzeżu wschodnim, natomiast system zachodniego wybrzeża utrzymano zakonserwowany.

Do wykrywania rakiet balistycznych startujących z okrętów podwodnych, zdolnych do osiągnięcia amerykańskiego wybrzeża z dużej odległości¹², był przeznaczony system ostrzegania ze skanowaniem fazowym (Perimeter Acquisition Vehicle Entry Phased-Array Warning System – PAVE PAWS), pierwotnie zaprojektowany jako dwustanowiskowy (struktura stanowiska była złożona z dwóch radarów AN/FPS-115 ze skanowaniem fazowym). Stanowiska tego typu zaplanowano w bazach lotniczych Otis w Massachusetts w 1979 roku i w Beale w Kalifornii.

W 1984 roku zdecydowano o budowie dwóch następnych radarów tego typu w części kontynentalnej USA, to znaczy w bazach lotniczych Robins

w Georgii (osiągnął gotowość operacyjną w 1986 roku) i w Eldorado w Teksasie (w 1987 roku). Dodatkowo, by wykrywać starty międzykontynentalnych rakiet balistycznych, w 1990 roku zainstalowano kolejne AN/FPS-115 na stanowisku systemu ostrzegania w Thule na Grenlandii i Fylingdale Moor w Wielkiej Brytanii. Kiedy uaktywniono radary typu PAVE PAWS na terenie USA, wycofano stare AN/FSS-7, z wyjątkiem jednego w bazie lotniczej MacDill, który dalej namierzał obiekty nad Kubą.

SYSTEM KONTROLI PRZESTRZENI KOSMICZNEJ

Kontrolę przestrzeni kosmicznej w trakcie zimnej wojny rozpoczęto z wykorzystaniem systemu typu Spacetrack oraz systemu typu SPASUR należącego do marynarki wojennej USA. Tworzyły one system wykrywania i śledzenia w przestrzeni kosmicznej (Space Detection and Tracking System – SPADATS).

Program Spacetrack uruchomiono wkrótce po wystrzeleniu radzieckiego satelity Sputnik I w 1957 roku. Spacetrack, należący do sił powietrznych USA, dysponował trzema posterunkami rozpoznania radiolokacyjnego, dyslokowanymi na Wyspach Aleuckich (trzy radary typu AN/FPS-17 i jeden AN/GPS-80), w Turcji (dwa radary typu AN/FPS-17 i jeden AN/FPS-49) i na Florydzie (jeden radar typu AN/FPS-85). Na jego rzecz mógł pracować również radar Cobra Dane, przeznaczony zasadniczo do wykrywania pocisków balistycznych. W późniejszym okresie wykorzystywano również radary sił powietrznych USA, umiejscowione na stanowisku próbnym w Laredo (Teksas) i w Moorestown (New Jersey). Obserwacje prowadzono również z wykorzystaniem radarów Królewskich Sił Powietrznych Kanady, umiejscowionych

¹¹ Maine – jeden ze stanów Nowej Anglii, położony w północno-wschodniej części USA na wybrzeżu Oceanu Atlantyckiego.

¹² Przykładem jest morska radziecka rakiet balistyczna typu SS-N-8 przenoszona przez okręt podwodny klasy Delta I, mający zasięg ponad 7200 kilometrów, dystans znacznie większy niż wynosiły możliwości wykrywania AN/FSS-7 czy też OTH-B będącego w trakcie rozwoju.

w Prince Albert (w Saskatchewan w Kanadzie). Na początku lat sześćdziesiątych zadania Space-track przejęła jednostka sił powietrznych USA – 614 Centrum Operacji Powietrznych i Kosmicznych (614th Air & Space Operations Center).

System SPASUR, funkcjonujący od 1959 roku i należący do marynarki wojennej USA, był przeznaczony z założenia do obserwacji i „katalogowania” satelitów pozostających na orbitach okołozemskich. Składał się z trzech części nadawczych oraz pięciu odbiorczych (radary pasywne), rozmieszczonych wzdłuż południowej granicy USA. Umieszczono je w taki sposób, by między dwoma częściami odbiorczymi znajdowała się część nadawcza. W roku 1966 przeprowadzono modernizację systemu, osiągnięto wyższą efektywność śledzenia satelitów, głównie na orbitach o małej wysokości i rozszerzono możliwości śledzenia na orbitach o dużej wysokości.

System jest kontynuacją systemu śledzenia kosmosu marynarki wojennej USA (Naval Space Surveillance System – NAVSPASUR), który został oddany w użytkowanie operacyjne w 1961 roku.

SYSTEMY OPRACOWYWANIA INFORMACJI

Pod koniec 1962 roku sieci radarów obrony powietrznej przekazywały informacje do kompletnego już półautomatycznego, naziemnego systemu dowodzenia (Semi-Automatic Ground Environment – SAGE). Był to jeden z najstarszych naziemnych systemów obrony powietrznej USA, którego początki datują się na rok 1949, kiedy rozpoczęto jego projektowanie. W roku 1953 pracę rozpoczęły pierwsze jego elementy, system unowocześniany był do końca funkcjonowania.

Po pełnym uruchomieniu SAGE składał się z ośmiu regionalnych centrów bojowych (osiem rejonów podległych bezpośrednio Dowództwu Systemu Obrony Powietrznej Ameryki Północnej i 22 centrów kierunkowych (sektorów OP), rozmieszczonych dookoła państwa (tworzyły je pododdziały obrony powietrznej).

Aby przyspieszyć transmisję informacji z rozpoznania radiolokacyjnego i jego zobrazowania, wykorzystano komputery (otrzymał je każdy sektor OP). Już wcześniej siły powietrzne, we współ-

pracy z Laboratorium Badawczym Cambridge oraz firmą IBM, rozpoczęły modyfikację komputera Whirlwind, pierwotnie skonstruowanego na potrzeby marynarki wojennej. Testowano w pierwszej kolejności odbiór danych z radarów dalekiego i małego zasięgu i choć wyniki były obiecujące, to wystąpiły poważne trudności. Przełomem stało się skonstruowanie pamięci opartej na rdzeniach magnetycznych, która zdecydowanie podniosła niezawodność pracy komputera oraz podwoiła prędkość jego pracy operacyjnej.

Nowy komputer oznaczono Whirlwind II (AN/FSQ-7). Ważył 250 ton, miał 49 tysięcy lamp próżniowych i po wprowadzeniu do użytku stał się centralnym elementem systemu SAGE. Mając natychmiastowy obraz sytuacji powietrznej nad Ameryką Północną, dowódcy OP mogli szybko ocenić zagrożenia i efektywnie wykorzystać lotnictwo myśliwskie oraz wojska raketowe i artylerię przeciwlotniczą w swych działaniach.

Sześć centrów systemu SAGE, wykorzystujących komputery lampowe klasy Whirlwind II, pracowało do roku 1970, sześć innych funkcjonowało operacyjnie do roku 1983.

W ramach systemu SAGE linia radarów DEW, wysunięta najbardziej na północ (na północy Alaski i Kanady), była zdolna do ostrzegania o możliwym ataku radzieckich bombowców z co najmniej godzinnym wyprzedzeniem, zanim te osiągnęłyby terytorium Alaski (USA). Każdy obiekt mógł być śledzony przez rozległy system radarów dalekiego i bliskiego zasięgu, dane z nich przekazywano do systemu SAGE. Radary linii DEW, we współpracy z innymi, pozwalały wykrywać samoloty od dwóch do pięciu godzin przed ich dolotem do granic kontynentalnych USA¹³.

CENTRA SYSTEMU DOWODZENIA

Ze względu na dużą wrażliwość centrów systemu SAGE na potencjalne ataki radzieckich ICBMs (dyslokacja w zwykłych budynkach) w latach sześćdziesiątych zostały one zdublowane systemem dowodzenia i kontroli sił powietrz-

¹³ M. Sztarski: *Radary...*, op. cit., s. 142.

nych USA (Backup Intercept Control – BUIC). Latem 1961 roku rozpoczęto opracowywanie przez NORAD planów systemu BUIC, który miał zabezpieczać zautomatyzowane dowodzenie informacją z 70 radarów.

Inna wersja przewidywała redukcję liczby radarów do 30 w USA i czterech w Kanadzie. Część centrów BUIC było przewidzianych jako główne, reszta jako towarzyszące. Główne miały umożliwić natychmiastową kontrolę sektora w miejsce regionalnych centrów kierunkowych SAGE, towarzyszące – rozszerzać ich możliwości.

Wyboru położenia radarów dokonano przede wszystkim ze względu na wrażliwość obiektów, lokowano je około 27 kilometrów od przewidywanego celu. Łączono dobre pokrycie radarami z bliskością bazy lotnictwa myśliwskiego. Tak zwany BUIC I (pierwszej generacji) tworzono zgodnie z zasadą funkcjonowania centrów SAGE.

Druga generacja tego typu stanowisk (BUIC II), których funkcjonowanie opierało się na wykorzystaniu komputera typu Burroughs (AN/GSA-51), rozpoczęła działanie operacyjne w 1965 roku. Komputer ten umożliwiał już w pełni automatyczne przekazywanie danych z radarów różnych typów.

Pod koniec lat sześćdziesiątych wdrożono do użytku centra trzeciej generacji BUIC III. Wyposażono je w zmodyfikowane komputery typu Burroughs (model D825), umożliwiając wspieranie prowadzonych operacji z jedenastu konsoli.

W 1966 roku centra systemu SAGE postanowiono ostatecznie zastąpić systemem BUIC i AWACS. Na początku lat siedemdziesiątych dwa centra BUIC zastąpiło sześć centrów systemu SAGE. Większość centrów systemu BUIC wycofano ze służby w połowie lat siedemdziesiątych. Jedno, w bazie lotniczej Tyndall na Florydzie, funkcjonowało do początku lat osiemdziesiątych.

Z czasem przestarzałe elementy systemu dowodzenia SAGE były zastępowane przez centra operacyjnej kontroli regionalnej (Region Operation Control Center – ROCC), które były elementami połączonego systemu obrony powietrznej USA (Joint Surveillance System – JSS). System ten powstał w wyniku współpracy między siłami powietrznymi USA i FAA, by zapew-

nić na czas pokoju system rozpoznania i dowodzenia zastępujący systemy SAGE i BUIC.

Ministerstwo Obrony Narodowej USA i FAA negocjowały już w latach siedemdziesiątych przejęcie kontroli przez FAA nad większością radarów – jako część planu dotyczącego utworzenia połączonego systemu obrony powietrznej USA. W jego ramach w latach 1979 i 1980 zamknięto 27 radarów¹⁴ pracujących na rzecz systemu SAGE. Również w wyniku współpracy SP i FAA w zakresie połączonego systemu obrony powietrznej

Inicjatywa

Rozważania dotyczące automatycznego zbierania informacji z systemu rozpoznania radiolokacyjnego obrony powietrznej USA były bezpośrednim powodem opracowania koncepcji współcześnie funkcjonującego Internetu. Projekt globalnej sieci komputerowej opisał w 1960 roku J. Licklider. Twórcą koncepcji Internetu jest Paul Baran, który w 1962 roku opublikował dwunastotomową pracę będącą projektem wytrzymałych, rozproszonych (nie gwiazdzystych) sieci cyfrowych transmisji danych, zdolnych przetrwać przewidywaną wówczas trzecią wojnę światową, wykonaną na zlecenie amerykańskich sił zbrojnych.

USA zbudowano na wschodnim i zachodnim wybrzeżu wspomnianą wcześniej sieć radarów poza-horyzontalnych tylnego sondowania.

Na początku lat osiemdziesiątych projekt połączonego systemu obrony powietrznej USA był gotowy. Pracowało wówczas 46 radarów dalekiego zasięgu. Początkowo dostarczały one dane do sześciu centrów kontroli regionalnej systemu SAGE (Region Control Centers – RCC). W 1983 roku

¹⁴ Część ze stanowisk tych radarów zachowano, by utrzymać stanowiska dla FAA, pracujące w ramach JSS. Pozostałe wcześniejsze stanowiska zachowano jako rezerwowe.

sześć RCC zastąpiły cztery uruchomione ROCC operujące jako część JSS.

Centra kontroli regionalnej systemu SAGE bazowały głównie na nowym tranzystorowym już komputerze firmy Hughes (typu H5118ME). Postęp technologiczny pozwalał na redukcję wyposażenia i obsługi oraz poprawę możliwości wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych¹⁵. Wewnątrz kontynentalnej części USA ROCCs rozmieszczono w czterech bazach lotniczych sił powietrznych (AFB¹⁶ Griffis w New York; AFB March w Kalifornii; AFB Tyndall na Florydzie; AFB McChord, w Waszyngtonie), dodatkowe na Alasce i Hawajach. Kanada utworzyła dwa ROCCs rozlokowane przy North Bay w Ontario.

W rezultacie ROCCs miały za zadanie wykrywanie, śledzenie i identyfikację obiektów i – jeżeli było to konieczne – przebazowanie i kierowanie lotnictwem myśliwskim przy przechwytywaniu środków napadu powietrznego. Gdyby USA zostało zagrożone bezpośrednim atakiem, to ROCCs miały możliwość przekazania funkcji dowodzenia na pokład samolotu systemu wykrywania i dowodzenia powietrznego AWACS.

DOWÓDZTWO KONTYNENTALNE

1 września 1954 roku w ramach Dowództwa Obrony Powietrznej USA (ADC) utworzono Kontynentalne Dowództwo Obrony Powietrznej (Continental Air Defence Command – CONAD), aby koordynować i podporządkować operacyjnie jednemu dowództwu działania sił powietrznych, okrętów marynarki wojennej (mających radary wykorzystywane na rzecz systemu OP) i wojsk lądowych (siły i środki przeciwlotnicze podporządkowane systemowi OP) z siedzibą w Colorado Springs.

We wrześniu 1957 roku Kanada i USA wspólnie utworzyły Kontynentalne Dowództwo Obrony Powietrznej (North American Air Defence Command – NORAD), które pełniło identyczną funkcję, jak CONAD tyle tylko, że dla obydwu krajów. Stanowisko dowodzenia umiejscowiono w stanie Kolorado w Górach Cheyenne (Cheyenne Mountain) na południe od Colorado Springs. Zbudowano tam 11 stalowych budynków (170 tysięcy stóp kwadratowych). Aby amortyzować falę uderze-

niową, posadowiono je na olbrzymich stalowych sprężynach. W lutym 1966 roku „skała” była kompletna i NORAD rozpoczął pracę operacyjną.

Stanowisko dowodzenia przyjmowało i analizowało informacje z radarów i innych źródeł na użytek Naczelnego Dowództwa (National Command Authorities – NCA)¹⁷. Centrum w Górach Cheyenne nadal śledzi starty międzykontynentalnych rakiet balistycznych.

DOSKONALENIE SYSTEMU

Mimo zakończenia zimnej wojny wiele elementów systemu rozpoznania radiolokacyjnego USA powstałych w jej trakcie funkcjonowało jeszcze długi czas, niektóre są wykorzystywane do dziś. Choć system rozpoznania radiolokacyjnego w ramach sprawnie działającego systemu obrony powietrznej powstał przed drugą wojną światową w Wielkiej Brytanii i w jej trakcie się sprawdził, to zdecydowanie można powiedzieć, że obowiązujący wzorzec takiego systemu swe korzenie ma w USA. Przybliżony tutaj w ogólnym zarysie system ma unaocznic również, że powietrzny system wczesnego wykrywania i naprowadzania AWACS jest zaledwie uzupełnieniem istniejącego systemu naziemnego i kosmicznego, który mają Stany Zjednoczone w celu obrony swoich granic. ■

Autor jest absolwentem WOSR, Uniwersytetu Bundeswehry w Monachium i AON. W wojskach radiotechnicznych dowodził kolejno plutonem, posterunkiem i kompanią. Następnie pełnił funkcję zastępcy dowódcy 8 brt, dowódcy 23 brt oraz oficera Grupy Analizy Danych w 1 prel. Od 2006 r. jest starszym specjalistą w Szefostwie Wojsk OPL i Radiotechnicznych w Dowództwie Sił Powietrznych.

¹⁵ Przykładem jest lipcowa decyzja budowy w 1988 r. systemu 40 radarów typu ARSR-4 na stanowiskach JSS na obrzeżach kraju. Radar 3-D typu ASRS-4 był pierwszym radarem naprawdę zdolnym połączyć obie funkcje: kontroli ruchu lotniczego i obrony powietrznej na rzecz FAA i SP. Ich instalacja w połowie lat dziewięćdziesiątych pozwoliła wycofać radary z lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych.

¹⁶ Air Force Base – baza lotnicza sił powietrznych.

¹⁷ We wstępnej fazie na stanowisku dowodzenia NORAD do zobrazowania położenia wszystkich celów wykrytych przez radary służyła aparatura zobrazowania o nazwie Iconorama.



plk dypl. rez. nawig.
JÓZEF MACIEJ BRZEZINA

Krucze platformy

Bezzałogowe statki powietrzne mogą wykonać uderzenia tam, gdzie trudno jest wyeliminować zagrożenie za pomocą innych środków walki. Jednak zalet tych platform jest znacznie więcej.



Bezałogowe statki powietrzne (BSP) odgrywają z roku na rok poważniejszą rolę i to nie tylko podczas konfliktów zbrojnych. Państwa kierujące swoje kontyngenty wojskowe do Afganistanu nie zapominają o wysyłaniu razem z nimi lekkich i stosunkowo tanich platform bezałogowych. Trudno dzisiaj wyobrazić sobie udział narodowego komponentu w konflikcie militarnym o charakterze asymetrycznym bez wsparcia z powietrza – przynajmniej rozpoznawczych bezałogowych platform powietrznych. Zasobniejsze państwa starają się wyposażać swoje komponenty dodatkowo w bojowe platformy bezałogowe. Jednak nie należy liczyć, że takie warunki, jakie występują w przestrzeni powietrznej Afganistanu, będą zawsze.

Siły zbrojne od lat oczekują na zmiany mogące spowodować większą odporność bezałogowych statków powietrznych na zagrożenia ze strony środków rażenia, które mogą łatwo je wyeliminować. W ostatnich latach platformy te wykonywały swoje zadania w dość komfortowych warunkach. To znaczy nie były narażone na ataki ze strony przeciwnika. Tak było w przestrzeni powietrznej nad Irakiem i Afganistanem. W tym czasie znacznie polepszyła się jakość ich wyposażenia. Ciągłe rośnie liczba najmniejszych (wyrzucanych z ręki) mikro- i miniplatform bezałogowych. Podobnie jest z platformami średniej wielkości. Przybywa też największych, zdolnych do ciągłego dyżuru w powietrzu, strategicznych bezałogowych statków powietrznych. Te większe mogą przejąć część zadań wykonywanych do niedawna tylko przez satelity i samoloty załogowe.

NIEDOCENIANIE ZAGROŻENIA

Mimo tak komfortowych warunków, Stany Zjednoczone zanotowały jednak duże straty we flocie swych bojowych platform bezałogowych. Utracono co najmniej 38 sztuk MQ-1 Predator i MQ-9 Reaper. Nie jest jasne, w jakich okolicznościach doszło do tak wielu wypadków. Wiadomo, że przez pomyłkę jedna z załóg samolotu F-15, należąca do US Air Force, zestrzeliła Predatora. Inne straty prawdopodobnie spowodowały naziemne środki ogniowe¹. Prawie wszystkie operacje tych platform powietrznych były przeprowadzane bez

obawy, że mogą zostać wyeliminowane przez środki obrony powietrznej. W ostatnich latach rzadko dochodziło do ataków z wykorzystaniem rakiet ziemia–powietrze. Sporadycznie też bezałogowe statki powietrzne mogły być narażone na oddziaływanie urządzeń zakłócających.

W latach dziewięćdziesiątych dwudziestego wieku NATO utraciło 15 platform. Zestrzelono je z przenośnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych (PPZR) lub broni strzeleckiej zamontowanej w drzwiach śmigłowców. Mogło do tego dojść stosunkowo łatwo ze względu na małe prędkości osiągane przez te platformy podczas równoległego lotu śmigłowca. Do takich zestrzeleń dochodziło w czasie operacji na Bałkanach.

Po raz ostatni bezałogowe statki powietrzne operowały w naprawdę trudnych dla nich warunkach podczas konfliktu nad Kosowem. Tam brakowało dla nich miejsca w powietrzu i trudno było wydzielić dla nich bezpieczną strefę lotów. Ze względu na dużą liczbę statków powietrznych na małej przestrzeni łatwo było popełnić błąd i stracić platformę.

W Iraku w czasie operacji powietrznej, której celem było nadzorowanie strefy zakazu lotów dla sił irackich, utracono co najmniej trzy RQ-1 Predator. Dwa zestrzeliły naziemne środki ogniowe, jeden samolot MiG-25. Z kolei podczas konfliktu rosyjsko-gruzińskiego rosyjski MiG-29 zestrzelił gruzińskiego Hermesa-450 produkcji izraelskiej.

21 czerwca 2011 roku Stany Zjednoczone utraciły pierwszą bezałogową platformę pionowego startu i lądowania MQ-8B Fire Scout. Zestrzelono ją nad Libią. Przyczyniły się do tego naziemne środki ogniowe. Był to stosunkowo rzadki, ale jakże ważny sygnał, że do takich strat może dochodzić coraz częściej. Od początku wykorzystywania w działaniach bojowych platform bezałogowych sceptycy ich użycia przestrzegali przed możliwością przejęcia nad nią kontroli przez przeciwnika.

¹ N. Brown, C.H. Lee: *Fragile invaders: can UAVs survive in contested airspace?* "Jane's International Defence Review" 2012 nr 8, s. 50.

W 2011 roku te obawy się potwierdziły. Nie spodziewanie Iran przechwycił amerykański su-pertajny BSP RQ-170 Sentinel. Przebieg tego incydentu nie został wyjaśniony do końca. W podobnych okolicznościach doszło do utraty przez Koreę Południową bezałogowego śmigłowca typu S-100 Comcopter. Miało to miejsce nad terytorium Korei Północnej.

Takie przykłady z pewnością wpłyną na konstruktorów i producentów, którzy muszą w znacznie większym stopniu zadbać o odporność na tego typu zagrożenia. Zwolennicy platform bezałogowych argumentują, że należy być świadomym tego, że część z nich zostanie utracona. Jest to z góry wkalkulowane w przebieg wykonywanego zadania. Głównym powodem wysyłania w rejon działań platform bezałogowych są mniejsze koszty ich eksploatacji.

NOWE WYZWANIA

Wzrasta świadomość, że wysyłanie bezałogowych statków powietrznych w rejon o dużym nasyceniu środkami ogniowymi, które mogą je skutecznie zwalczać, może spowodować niewykonanie zadania. Wraz z łatwym dostępem do coraz doskonalszych i prostszych w użyciu środków ogniowych, takich jak chociażby przenośny przeciwlotniczy zestaw raketowy Grom, sytuacja „kruchych” BSP staje się coraz trudniejsza. Ostatnio rejon Azji i Pacyfiku staje się szczególnie gorący ze względu na fakt, że amerykańskim bezałogowym statkiem powietrznym będą już wkrótce zagrażały nowocześniejsze załogowe samoloty piątej generacji. Będą to chiński J-20 i indyjski PAK-FA, budowany wspólnie z Federacją Rosyjską.

Na tego typu zagrożenia nie są przygotowane wykorzystywane przez Stany Zjednoczone ich bezałogowe platformy powietrzne: MQ-1 Predator i MQ-9 Reaper. Mimo że wyposażono je w nowoczesne systemy do wykonywania ataków na cele naziemne, jak dotąd najczęściej są używane do zadań rozpoznawczych. Ze względu na oszczędności nie dysponują jeszcze dodatkowymi urządzeniami do obrony własnej. Jednak trwa czasochłonna i kosztowna budowa bezałogowych statków powietrznych kolejnych generacji. Będą one przystosowane do wykonywania zadań

Koszt–efekt

■ Oszczędności uzyskane w wyniku zastępowania maszyn załogowych bezałogowymi nie są bez znaczenia. Można o tym się przekonać, gdy pozna się kilka danych liczbowych. Koszt jednego MQ-1 Predator to wydatek około 3–4 milionów dolarów. Z kolei lepszy i droższy MQ-9 Reaper kosztuje około 11 milionów dolarów. Kiedy porównamy to ze średnią ceną samolotu wielozadaniowego, na przykład F-16, wynoszącą 35–40 milionów dolarów, to różnice widać bardzo jasno. Należy dodać, że F-16 wykonuje podobne zadania bojowe, polegające na atakowaniu obiektów naziemnych, prowadzeniu rozpoznania, lecz musi być znacznie częściej uzupełniany w paliwo.

w dużo trudniejszych warunkach. Przygotowuje się nowe konstrukcje trudne do wykrycia z ziemi.

Wraz ze wzrostem liczby platform bezałogowych nabrzmiewa problem związany z gotowością do ich zwalczania z powietrza i ziemi. W Stanach Zjednoczonych już są przeprowadzane ćwiczenia „Black Dart” i „Blue Knight”, których celem jest testowanie nowych rozwiązań pozwalających na wykrywanie oraz zwalczanie w powietrzu platform bezałogowych i załogowych.

W Stanach Zjednoczonych jest zauważalna rywalizacja zwolenników wykorzystania platform bezałogowych z tymi, którzy dalej opowiadają się za stosowaniem maszyn załogowych. Toczy się walka o nowe możliwości platform bezałogowych, jakim będą one w stanie sprostać podczas wykonywania zadań bojowych. Pozwala to na zastąpienie maszyn załogowych tam, gdzie warunki wykonywania zadań są bardzo niebezpieczne. Nie tylko w takich wypadkach bezałogowe statki powietrzne będą mogły zastąpić maszyny załogowe oraz zmniejszyć ryzyko utraty życia pilota. Jest jeszcze jeden ważny powód, który z roku na rok jest bardziej eksponowany.

Tabela. Urządzenia walki elektronicznej montowane na pokładach BSP

Typ BSP	Typ urządzenia	Przeznaczenie
MQ-1C Grey Eagle	AN/ALQ-227	Zasobnik przeznaczony do zakłócania i rozpoznania
RQ-4 Global Hawk	LR-100 (AN/ALE-69 RWR i AN/ALE-50)	System wykrywania promieniowania elektronicznego
Platformy bezzałogowe firmy Elbit Systems	All-in-Small	Lekki zestaw do walki elektronicznej przeznaczony dla szybkich samolotów, samolotów transportowych i śmigłowców

Źródło: opracowanie własne

To chęć zmniejszenia kosztów pozyskania sprzętu, szkolenia, eksploatacji i prowadzenia działań.

Irański incydent z RQ-170 paradoksalnie pokazał, jak można zmniejszyć ryzyko utraty życia ludzkiego oraz koszty dyplomatyczne takiego wydarzenia. Gdyby w kabinie tej maszyny zasiadał człowiek, to reperkusje dyplomatyczne tego incydentu byłyby znacznie wyższe. Gdy pół wieku temu nad ZSRR zestrzelono amerykański samolot szpiegowski U-2 "Dragon Lady" z pilotem Francisem Garym Powersem, skutkowało to wielkim skandalem na arenie międzynarodowej.

Dąży się zatem do tego, aby przygotować bezzałogowe statki powietrzne do wykonywania zadań trudnych do wykrycia. Ze względu na znaczne wysokości, na których wykonują zadania i mniejszą gęstość powietrza, możliwości szybkich manewrów są ograniczone. Pracuje się nad zastosowaniem urządzeń służących do ostrzegania o namierzaniu przez systemy elektroniczne przeciwnika oraz o wyposażeniu w środki czynnej i biernej obrony.

W niektórych sytuacjach należałoby również dysponować systemami do zakłócania przeciwnika zainteresowanego wykryciem i wyeliminowaniem z walki bezzałogowych statków powietrznych. Produkowane tego typu systemy w większości nie są przystosowane do zastosowania na pokładach bezzałogowych statków powietrznych. W wielu wypadkach parametry ich urządzeń nie pasują do rozmiarów tych platform powietrznych. Są jednak nieliczne przykłady

(tab.) tego typu urządzeń, które można zabrać na pokład platform bezzałogowych.

CO PO AFGANISTANIE?

W wielu państwach trwają przygotowania do zmian, jakie nastąpią po wycofaniu ich kontyngentów wojskowych z Afganistanu. Na przykład w Wielkiej Brytanii już od 2010 roku pracuje się nad wycofaniem ze służby starszych systemów uzbrojenia używanych w Afganistanie. Myśli się o wprowadzaniu do uzbrojenia nowych i lepszych środków walki do wykonywania zadań podczas możliwych w przyszłości konfliktów zbrojnych.

Dlatego zapowiada się, między innymi, wycofanie ze służby bardzo chwalonych w Afganistanie bojowych BSP MQ-9 Reaper. To samo wnioskowano w stosunku do brytyjskiego systemu obserwacji sytuacji naziemnej ASTOR (Airborne Stand-off Radar). Jest to dobry moment, aby wprowadzić do wyposażenia sił zbrojnych platformy bezzałogowe bardziej odporne na ostrzał i zakłócenia, które w jeszcze większym stopniu będą mogły zastąpić załogowe statki powietrzne. Dotyczy to oczywiście w głównej mierze scenariuszy, podczas których występują najtrudniejsze warunki dla życia pilotów załogowych samolotów. ■

Autor jest absolwentem WOSL, AON, Netherlands Defence College w Rijswijk oraz NATO Defence College w Rzymie.

Od 1993 r. służył w SGWP, a od 2009 r. był szefem Oddziału Programowania i Koordynacji w Departamencie Polityki Zbrojeniowej oraz sekretarzem Rady Uzbrojenia.

W 2010 r. przeszedł do rezerwy.



st. chor.
TOMASZ PŁOSZAJ
Centrum Szkolenia
Sił Powietrznych

Żądło przeciwlotników – przenośne przeciwlotnicze zestawy raketowe

Idea przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych
narodziła się w 1944 roku w hitlerowskich Niemczech.

Trzecia Rzesza każdego dnia podczas masowych nalotów traciła moce wytwórcze, a Luftwaffe była bezradna wobec liczniejszego i dobrze uzbrojonego lotnictwa sprzymierzonych. Spustoszenie w szeregach walczących wojsk siały nisko latające samoloty szturmowe i myśliwskie, które nie znajdując przeciwnika w powietrzu, zaczęły poszukiwać go na ziemi. Ze względu na brak czasu i ograniczone środki naczelne władze Niemiec domagały się od Urzędu Uzbrojenia Wojsk Lądowych (Heereswaffenamt) prostego i taniego rozwiązania, które byłoby szybką i skuteczną odpowiedzią na aliancką dominację w powietrzu.

DZIEWIĘĆ LUF FLIEGERFAUSTA

Naczelne dowództwo doszło do wniosku, że podobnie jak z masowym użyciem czołgów na wschodzie poradziły sobie Panzerfausty – przenośne granatniki przeciwpancerne, tak z atakującymi samolotami mogą się rozprawić Luftfausty. Ostatecznie nazwę zmieniono na Fliegerfaust. Wzorowany na Panzerfaucie miał być obsługi-

wany przez jednego żołnierza. Operatorami mieli być żołnierze i przeszkoleni członkowie oddziałów Volkssturmu. Budowę tego środka walki maksymalnie uproszczono zarówno ze względów ekonomicznych, jak i szkoleniowych. W krótkim czasie opracowano i przetestowano broń, która miała spełnić oczekiwania władz.

W takich okolicznościach narodził się przenośny przeciwlotniczy zestaw raketowy Fliegerfaust (fot. 1). Zbudowany był z dziewięciu luf połączonych ze sobą obejmami, dwóch rękojeści i prostego celownika. Od tyłu były ładowane pociski raketowe kalibru 20 milimetrów o długości 25 centymetrów z zapłonnikami elektrycznymi. Całość ważyła około 6,5 kilograma przy długości 1,4 metra. Wciśnięcie spustu skutkowało uruchomieniem indukcyjnego generatora elektrycznego, który odpalał cztery pociski jednocześnie i po 0,1 s zwłoki odpalano pozostałe pięć pocisków. Taka sekwencja miała teoretycznie eliminować wzajemne oddziaływanie gazów wylotowych na tor lotu pocisków. Dwie salwy, odpalane jedna po drugiej, miały zapewnić większe szanse trafienia w cel.

Teoretyczny skuteczny zasięg Fliegerfausta miał wynosić około 500 metrów. W praktyce nie udało się go osiągnąć ze względu na dość duży rozrzut pocisków. Mimo trudności zdecydowano się wprowadzić zestaw do uzbrojenia w dość dużej liczbie. Partia próbna, tak zwana seria zerowa, miała wynieść 10 tysięcy wyrzutni i cztery miliony rakiet. W rzeczywistości nie przekroczyła od kilkuset do kilku tysięcy sztuk. Nie ma wiarygodnych danych co do skutków wykorzystania tej broni przeciwko samolotom, potwierdzono natomiast jej użycie w dużej liczbie podczas walk na ulicach Berlina, gdzie ofiarami byli najczęściej żołnierze piechoty.

KONSTRUKCJE ROSYJSKIE

Fliegerfausty znalezione przez Rosjan zostały przebadane i w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku na ich podstawie opracowano w ZSRR zestaw Kolos – broń dla Wietkongu. Wojska Wietnamu Północnego prowadziły w tym czasie walki z wojskami Wietnamu Południowego wspierane go przez Stany Zjednoczone.

Kolos ważył 9,2 kilograma i miał siedem luf kalibru 30 milimetrów. Maksymalna skuteczna odległość rażenia wynosiła również 500 metrów. Zestaw nie wszedł do produkcji ze względu na obiecujące i dość zaawansowane wyniki prac nad zestawem z rakieta samonaprowadzającą.

Rosjanie opracowywali wówczas zestaw 9K32 Strela-2, wyposażony w pocisk samonaprowadzający się na źródło ciepła.

Armia Radziecka dysponowała w owym czasie technologią budowy rakiet kierowanych na podczerwień. Zdecydowano, że zestaw powinien zwalczać cele lecące z szybkością do 220 m/s i na pułapie od 50 do 1500 metrów. Ówczesna technologia budowy głowic wymuszała strzelanie do celu wyłącznie z tylnej półsfery, dlatego że samoloty, szczególnie odrzutowe, emitowały z tyłu gorące gazy.

Termin prac był bardzo ambitny, już w 1962 roku spodziewano się dokonać pierwszych prób. Pojawiły się jednak problemy z opracowaniem i budową podzespołów zestawu, szczególnie głowicy samonaprowadzającej. Dopiero w 1965 roku dokonano pierwszych startów rakiet. W 1966 roku większość prób z 55 odpaleń zakończyła się niepowodzeniem. Uporano się jednak z problemami i w końcu

1967 roku system 9K32 Strzała 2 został przyjęty do uzbrojenia, a fabryka im. W. Diegtiariewa w Kowrowie rozpoczęła jego seryjną produkcję.

Wkrótce pierwsze zestawy trafiły do jednostek armii radzieckiej. Niedługo po tym, w 1969 roku, Strzała-2 przeszła sprawdzian bojowy podczas wojny egipsko-izraelskiej. Według informacji rosyjskich, do marca 1970 roku zestrzelono 36 izraelskich maszyn za pomocą wystrzelonych około stu rakiet Strzała-2, co uznano za spory sukces. Na taki wynik miało wpływ duże zaskoczenie pilotów izraelskich, którzy spotkali się z tym środkiem walki pierwszy raz.

Innym krajem, do którego trafiły Strzały-2 w ramach pomocy wojskowej, był Wietnam. Tam ich łupem padło około 200 śmigłowców i samolotów amerykańskich. Rosjanie szybko przekonali się o niedoskonałościach Strzał-2. Powody to miała czułość głowicy samonaprowadzającej (GSN) i odporność na zakłócenia naturalne takie, jak chmury oświetlane przez słońce, kontury obiektów na ziemi itp.

Rozpoczęła się modernizacja zestawu, zakończona przyjęciem w 1970 roku ulepszonej wersji systemu, 9K32M Strzała-2M. Do końca lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku wyprodukowano kilkaset tysięcy rakiet. Kilka państw, w tym Polska, Rumunia i Jugosławia, nabyło licencje na produkcję tego zestawu. Niektóre kraje, na przykład Chiny, skopiowały rosyjski wyrób. Był tam produkowany pod nazwą HN-5.

KOLEJNE OPRAWOWANIA

Już podczas opracowywania Strzały-2 jej twórcy zdawali sobie sprawę z najpoważniejszego ograniczenia dotyczącego zwalczania lotnictwa przeciwnika, to znaczy możliwości strzelania głównie do samolotów oddalających się (strzelanie z tylnej półsfery – „w pogoń”). Podczas prac nad głowicą samonaprowadzającą odkryto, że istnieje możliwość poprawienia jej parametrów, ale konieczne jest obniżenie temperatury pracy detektora podczerwieni. Podobne rozwiązanie znaleźli inżynierowie w Stanach Zjednoczonych podczas prac nad PPZR FIM-43 Red Eye, a później FIM-92 Stinger. Jako czynnika chłodzącego w rakietach radzieckich użyto ciekłego azotu. Rozwią-

zanie takie wprowadzono w 1974 roku w kolejnej modernizacji zestawu pod nazwą 9K34 Strzała-3.

Nowy zestaw znacznie przewyższał możliwościami swojego poprzednika, pozwalał na strzelanie do samolotu odrzutowego zbliżającego się z prędkością do 310 m/s (strzelanie z przedniej półsfery – „na spotkanie”), ale rozwój lotnictwa w tym czasie także postępował szybko. Okazało się, że rakietą powinna mieć większy zasięg, szybciej lecieć do celu, a układ naprowadzania powinien być znacznie bardziej odporny na zakłócenia termiczne. W tym okresie zaczęto dość powszechnie stosować pułapki termiczne (tak zwane flary) do samoobrony statków powietrznych. Ich wprowadzenie

Jednym z nabywców była także Polska. Nasz kraj zakupił licencję na produkcję zestawu Igła-1E. Poddano go u nas modernizacji i jako model przejściowy najpierw wprowadzono Grom-1 (fot. 2), a nieco później docelowo model Grom (tab. 1).

W ZSRR w latach osiemdziesiątych do prowadzenia ognia w nocy opracowano specjalny celownik – Mowgli-2. Po zachodzie słońca strzelania są skuteczniejsze, gdyż znacznie mniej jest zakłóceń naturalnych (linia horyzontu, słońce, kontury chmur i wzniesień itp.).

Dodatkowo, aby poprawić dowodzenie pododdziałami oraz wykrywanie i identyfikację obiektów powietrznych, opracowano system wskazy-



FOT. 1. Protoplasta współczesnych przenośnych przeciwlotniczych zestawów raketowych

dość łatwo pozwalało zmylić rakietę i obronić się przed ich niszczycielskim oddziaływaniem.

Kolejną modernizacją, a w zasadzie nowym zestawem, była 9K310 Igła-1, a docelowo 9K38 Igła. Igła-1, wprowadzona do uzbrojenia w 1981 roku, była zestawem przejściowym między Strzałą-3 a Igłą. Na potrzeby nowego zestawu opracowano nową rakietę z szybszym silnikiem marszowym, nową wyrzutnię, mechanizm startowy i naziemny blok zasilania. Głowicę samonaprowadzającą do różnie zaadaptowano ze Strzały-3, gdyż docelowa – znacznie lepsza – nie była jeszcze gotowa.

Po zakończeniu prac w 1983 roku do uzbrojenia przyjęto przeciwlotniczy przenośny zestaw raketowy 9K38 Igła. Nowa rakietka zestawu bardzo różniła się od poprzedniczek; miała znacząco lepsze parametry zarówno lotne, jak i możliwości wykrywania i odróżniania celu od zakłóceń termicznych. Zestaw mimo dość wysokiej ceny zdołał szybko klientów zagranicznych.

wania celów oraz urządzenia rozpoznania swój–obcy zintegrowane z zestawem. Zintegrowanie urządzeń identyfikacji odbiło się na wzroście masy zestawu. Był on nieco cięższy (ważył około 18 kilogramów), ale znacznie zmniejszyło się ryzyko zestrzelenia własnego statku powietrznego.

W 2004 roku do uzbrojenia przyjętą nową wersję PPZR Igła-S. Miało to związek z dość szerokim wprowadzeniem do arsenału wielu armii świata bezzałogowych statków powietrznych (BSP).

SYSTEMY ZACHODNIE

Odpowiednikami rosyjskich zestawów na zachodzie były i są FIM-43 Red Eye, jego następcą FIM-92 Stinger (w kilku wersjach), francuski Mistral, brytyjski HVM oraz szwedzki RBS-70 i RBS-70NG.

FIM-92 Stinger wszedł do uzbrojenia w 1979 roku, najpierw do armii USA, następnie



ARCHIWUM I BROP

FOT. 2. Polski zestaw przeciwlotniczy Grom-1

wojsk sojuszniczych. Wersję tę określano jako Basic Stinger. Zestaw dzięki chłodzonej GSN mógł zwalczać cele zarówno „na spotkanie”, jak i „w pogoń”. Zaledwie trzy lata od wprowadzenia go do arsenału w armii amerykańskiej przyszedł czas na jego sprawdzenie podczas konfliktu na Falklandach, a później w 1985 roku w Afganistanie (operacja „Cyklon” w ramach pomocy Mudzahedinom). Szczególnie ten drugi konflikt rozreklamował Stingera na cały świat, tak że dziś wojna między Afganistanem a ZSRR jednoznacznie kojarzy się z tym zestawem. Wspomnieć trzeba, że na początku piloci rosyjscy notowali duże straty, ale dość sprawnie poradzili sobie, zmieniając taktykę wykonywania lotów bojowych – szeroko zaczęto stosować pułapki termiczne. Pod koniec wojny na jeden zestrzelony statek powietrzny bojownicy odpalali od kilkunastu do kilkudziesięciu rakiet.

W 1983 roku do uzbrojenia wszedł nowszy model – Stinger POST (Passive Optical Seeker Technique). Rakiety te miały głowice samonaprowadzające z sensorami na podczerwień (IR) i ultrafiolet (UV). W tym wypadku cel nie musiał emitować intensywnie ciepła, wystarczyło że wyróżniał się na tle nieba.

Wreszcie w 1998 roku wprowadzono Stingera RMP (reprogramowalne oprogramowanie), który jest zestawem w pełni cyfrowym i umożliwia przeprogramowanie głowicy samonaprowadzającej i mechanizmu startowego bez konieczności dokonywania zmian mechanicznych.

Innym zestawem z grupy systemów naprowadzanych na źródło ciepła jest francuski Mistral. Początek prac nad nim to pierwsze lata osiemdziesiąte, a gotowy wyrób wprowadzono do uzbrojenia w 1988 roku. Zestaw ten zalicza się do tak zwanego Crewpad, gdyż wcześniejsze zestawy mogły być przenoszone i obsługiwane przez jednego żołnierza, a ten ze względu na ciężar (około 48 kilogramów) potrzebuje obsługi dwuosobowej. Powstało kilka odmian tego zestawu, wyposażonych w takie same rakiety, różniących się jednak ich liczbą lub nośnikiem – podwoziem.

MANPADS – to najprostsza i najpowszechniejsza wersja zestawu Mistral. Składa się z rakiety Mistral umieszczonej w pojemniku wyrzutni na trójnożnej podstawie z siedziskiem operatora, mechanizmu startowego, optycznego zestawu celowniczego i celownika nocnego. Może być wyposażony w system identyfikacji swój–obcy oraz wskazywania celów.

ATLAS – to zestaw z dwiema wyrzutniami rakiet o wadze 150 kilogramów. Często jest montowany na pojazdach specjalnie do tego celu zaprojektowanych.

ASPIC – zestaw z czterema pociskami i optoelektronicznym systemem śledzenia celów, umieszczony na samochodzie terenowym.

W latach siedemdziesiątych w Szwecji opracowano nowatorski przeciwlotniczy zestaw rakietowy RBS-70. Jego koncepcja opierała się na rakiecie kierowanej do celu w wiązce laserowej. Rozwiązanie tego typu ma tę zaletę, że oddziaływanie zakłóceń termicznych w najmniejszym

Tabela 1. Porównanie charakterystyk technicznych PPZR

	S-2M	S-3	Igła-1	Igła	Igła-S	Grom
Masa (kg)	15	15	17,95	17,9	18	16,5
Zasięg (m)	500–4200	500–4100	500–5200	500–5200	500–6000	500–5500
Pułap (m)	50–2300	15–2200	10–2500	10–2500	10–3500	10–3500
Prawdopodob. rażenia celu	0,22–025*	0,31–033*	0,44–059*	0,45–0,63*	>0,6*	>0,6*

* Skuteczność zestawu bez oddziaływania zakłóceń termicznych na GSN.

Tabela 2. Charakterystyka współczesnych PPZR

	RBS-70 z rakieta Mk1	RBS-70 z rakieta Mk2	RBS-70 z rakieta BOLID	Mistral	HVM	Grom
Zasięg (m)	200–5000	200–7000	250–8000	500–6000	5000	500–5500
Pułap (m)	3000	4000	5000	30–3000	1000	10–3500

OPRACOWANIE WŁASNE (2)

stopniu nie przeszkadza rakiecie w trafieniu w cel. Za to operator zestawu musi cały czas utrzymywać cel w celowniku i podążać za nim, jeśli cel, na przykład, manewruje aż do chwili trafienia w niego rakiety. Zestawy samonaprowadzające się na podczerwień są o tyle lepsze, że dokładne celowanie jest konieczne tylko przez kilka sekund – do momentu odpalenia rakiety, później jest zbędne, dlatego też określono je mianem *wyceluj, odpal, zapomnij* (tab. 2). Pociski zestawu RBS-70 mają najskuteczniejsze głowice bojowe, które rażą cel siłą wybuchu odłamkami (3000 kulek) oraz strumieniem kumulacyjnym. Połączona siła wszystkich czynników może doprowadzić do całkowitego zniszczenia statku powietrznego. Rakiety kierowane na ciepło mają znacznie słabsze głowice bojowe i bywały wypadki, że samoloty dwusilnikowe wracały uszkodzone na lotniska.

Na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku do uzbrojenia armii Wielkiej Brytanii wszedł zestaw HVM. Pocisk również jest naprowadzany w wiązce laserowej i podobnie jak w zestawie szwedzkim, tak i tu trzeba cały czas utrzymywać cel w środku znacznika celownika.

Zasadnicza różnica to budowa pocisku, który podobnie jak niemiecki Fliegerfaust ma trzy podpociski („darty”), wszystkie mają odbiorniki komend laserowych i naprowadzają się niezależnie.

PRZEDMIOT POŻĄDANIA

Mimo ciągłego rozwoju statków powietrznych oraz ewolucji taktyki działania lotnictwa, przeciwlotnicze przenośne zestawy raketowe nadal są niezwykle niebezpiecznym, a zarazem bardzo skutecznym środkiem zwalczania celów powietrznych. Pozostają one obiektem zainteresowania wszystkich armii świata, a co najgroźniejsze, również organizacji terrorystycznych. Dowodem na to są coraz częstsze wypadki kradzieży zestawów z magazynów wojskowych oraz ciągły popyt na nie na rynku nielegalnego handlu bronią. ■

Autor jest absolwentem Szkoły Chorążych Wojsk Obrony Przeciwlotniczej. Służył na stanowisku starszego technika w CSWOPL, potem był instruktorem PPZR w CSSP. Obecnie jest młodszym podoficerem specjalistą w Centrum Szkolenia Sił Powietrznych.



płk w st. spocz. pil. dr
JERZY SZCZYGIEŁ

Balistyczny system ratunkowy

Wiele samolotów ultralekkich wyposaża się w zintegrowane spadochronowe systemy ratunkowe wyzwalane przez silniki raketowe.

Tego rodzaju zestawy są przeznaczone do ratowania załogi łącznie ze statkiem powietrznym. Dlatego też pasy główne spadochronu są mocowane do specjalnie wzmocnionej kratownicy kadłuba, znajdującej się w najbliższej okolicy kabiny załogi z takim wyliczeniem, by opadający na spadochronie samolot znajdował się w równowadze, w położeniu horyzontalnym (fot.). System jest aktywowany ładunkiem raketowym, odpalonym z kabiny przez pilota lub w szczególnych okolicznościach przez pasażera.

O SYSTEMIE

Balistyczny system ratunkowy (Ballistic Recovery Systems – BRS) z aluminiowym zasobnikiem jest używany w różnego rodzaju samolotach ultralekkich, eksperymentalnych i sportowych. Produkuje się go w rozmiarach odpowiednich dla statków powietrznych o całkowitej masie startowej (GTW) od 250 do 600 kilogramów.

Termin *balistyczny* dotyczy sposobu wyciągania spadochronu i nie ma nic wspólnego z bronią czy amunicją. W odniesieniu do balistycznych systemów ratunkowych oznacza to uruchamianie za pomocą rakiety system spadochronów ratunkowych. Takie systemy przyczyniły się do uratowania życia ponad 175 osób.

Spadochron może być umieszczony w pojemniku wykonanym z tkaniny w tak zwanym pakiecie miękkim (*softpack*) lub z włókna szklanego zwanego *vertical launch system* (VLS), w wypadku systemu odpalania pionowego, lub też w zasobniku aluminiowym.

Każdy z zasobników może być umieszczony w różnych miejscach, zależnie od konstrukcji statku powietrznego. Z reguły, ale nie zawsze, zasobniki ze spadochronem i silnikiem są zabudowywane za kabiną załogi lub przed przegrodą ogniową.

Warto jeszcze wspomnieć o mocowaniu elementów sprzętu i uprząży łączącej spadochron ze statkiem powietrznym. Uprząże takie, wykonane z nylonu lub kevlaru, łączą czaszę spadochronu z wyznaczonymi punktami kadłuba.

Zasobnik, w którym znajduje się czasza spadochronu, zawsze jest opatrzony znakiem firmowym. Jednocześnie to największy element systemu. Obok zasobnika ze spadochronem powinna się znajdować czarna, srebrna lub biała tuba długości około 25 centymetrów i średnicy 5–6 centymetrów. Służy ona do odpalania rakiety (zasobnik rakiety), w jej wnętrzu znajduje się silnik raketowy.

Na różnych typach statków powietrznych, zależnie od producenta, stosuje się trzy różne modele systemu ratunkowego mocowane do zabudowy:

– zewnętrznej – system typu OUT,



BRS AEROSPACE

PRÓBY PRODUCENTA z kolejnymi wersjami systemu ratunkowego

- wewnętrznej – system typu IN,
- wewnętrznej – system typu IN-SOFT, odmiana z „luźną” osłoną wyrzutni zabudowaną na większym boku plecaka

Główne różnice między poszczególnymi typami i odmianami polegają na tym, że dla systemów typu OUT i IN zasobnik zewnętrzny jest wykonany z laminatu lub aluminium, a dla systemów typu IN-SOFT – z tkaniny. Wyrzutnia z rakieta są identyczne dla wszystkich typów.

POSTĘPOWANIE

Ratowanie ludzi na pokładzie uszkodzonego statku powietrznego wymaga jego całościowego lub częściowego przemieszczenia. Na platformach z zabudowanymi spadochronowymi systemami ratunkowymi pracownikom służb ratunkowych grozi niebezpieczeństwo narażenia zdrowia lub życia, gdyby rakiet systemu nie zadziałała w powietrzu.

Pierwszą rzeczą, jaką mogą ujrzeć ratownicy, jest czerwony uchwyt aktywujący. Będzie się znajdował w kabinie, w pobliżu foteli, ponieważ musi pozostawać w zasięgu ręki pilota. Uchwyt aktywacyjny jest połączony z obudową za pośrednictwem elastycznej linki, która łączy go z zapal-

nikiem. Uchwyt chroni specjalna agrafka. W takim położeniu musi pozostać do momentu startu, kiedy pilot powinien ją usunąć.

Silnik rakiety jest uruchamiany pociągnięciem umieszczonej w kabinie pilota rękojeści aktywacyjnej. Po uruchomieniu przyspiesza do około 185 km/h. Całkowity czas działania silnika wynosi tylko sekundę, ale to wystarczy, by osoba znajdująca się na torze lotu rakiety została ranna lub zabita. Po tym wyjaśnieniu łatwiej zrozumieć, jakie niebezpieczeństwo zagraża zespołom ratowniczym pracującym przy wraku samolotu.

Pierwsza czynność ratowników to zabezpieczenie uchwytu aktywacyjnego. Robi się to, umieszczając szpilkę lub pręt o grubości około dwóch milimetrów w objęcie uchwytu. Jest to pewne zabezpieczenie w trakcie dalszych czynności związanych z rozbrojeniem systemu. Ślady, które mogą świadczyć o tym, że silnik rakiety został uruchomiony, to:

- wyciągnięta z zasobnika czasza spadochronu,
- brak silnika wewnątrz tuby,
- przypalenia na linkach łączących silnik ze spadochronem,
- niemożność odnalezienia silnika.

Silnik raketowy, który oddzielił się od zapalnika, nie stwarza większego zagrożenia, jeżeli nie będzie wystawiony na działanie ognia. Doświadczenie wykazało, że pod wpływem wysokiej temperatury nie uruchamia się w normalny sposób, nie ulega odpaleniu i wypala się stosunkowo niegroźnie. Jeśli ustali się, że rakieta jest sprawna, ratownikom w żadnym wypadku nie wolno przebywać naprzeciwko jej wylotu z zasobnika rakiety. Należy wtedy usunąć ludzi znajdujących się naprzeciwko silnika raketowego i z obszaru o rozpiętości 90 stopni na odległość 40 metrów.

Aby zminimalizować niebezpieczeństwo, ekipy ratunkowe na miejscu wypadku powinny sprawdzić, czy maszyna miała system ratunkowy. Można tego dokonać na podstawie wywiadu, identyfikacji na miejscu wypadku i analizy dokumentacji statku powietrznego.

Jeśli na statku powietrznym znaleziono napis ostrzegawczy, to należy założyć, że system jest na nim zabudowany. Jeśli nie ma, to nie oznacza, że nie ma takiego systemu. Zatem trzeba zakładać, że w razie zdarzenia lotniczego z udziałem małego samolotu (awionetki, ULS), nie można wykluczyć istnienia balistycznego systemu ratunkowego.

Oznakami zamontowania systemu jest obecność uchwytu aktywującego w kabinie, bowdenu linki aktywującej w kabinie, obudowy z tuleją rakiety za kabiną pilotów lub na przegrodzie ogniowej.

ROZBRAJANIE SILNIKA RAKIETOWEGO

Zapalnik silnika raketowego nie jest urządzeniem, które wybucha pod działaniem przypadkowego bodźca. Wymaga świadomego pociągnięcia za uchwyt z siłą około 13–18 kilogramów w celu odbezpieczenia i uruchomienia systemu. Zapalnik składa się z dwóch spłonek od broni śrutowej i niewielkiej ilości mieszaniny prochu czarnego i magnezy. W momencie odpalenia słychać głośny wybuch i widoczny jest błysk ognia. W pewnych sytuacjach może to spowodować drobne obrażenia. Należy zatem przestrzegać określonych czynności związanych z uniemożliwieniem uruchomienia

systemu w uszkodzonym samolocie. Ich algorytm przedstawia się następująco:

1. **Zlokalizuj** ratowniczy system spadochronowy, znajdując pakiet zawierający spadochron za przegrodą ogniową lub za siedzeniem pilota.

Uwaga. Należy pamiętać, że w systemie znajdującym się w rozbitym samolocie mogło już dojść do rozłożenia się obudowy aktywującej i osiągnięcia przez nią położenia bliskiego odpalenia.

2. **Odszukaj** tubę służącą do odpalania silnika raketowego, czyli zasobnik rakiety. Znajdź miejsce, w którym obudowa aktywująca jest połączona z podstawą zasobnika rakiety.

3. **Odetnij** obudowę aktywującą przy podstawie zasobnika rakiety.

4. **Usuń** silnik raketowy, który jest w dalszym ciągu sprawny i przenieś go w bezpieczne miejsce. Skontaktuj się z producentem ratowniczego systemu spadochronowego, aby otrzymać dalsze instrukcje dotyczące unieszkodliwienia go na stałe.

Po wykonaniu wszystkich czynności zabezpieczających ratownicy, gdy nie można uzyskać pomocy od producenta systemu, mogą, przy zachowaniu warunków bezpieczeństwa, samodzielnie rozbroić silnik raketowy. W tym celu należy usunąć z niego paliwo i odpalić zapalnik w bezpiecznej odległości. Silnik raketowy, który został oddzielony od zapalnika, nie będzie już stwarzać większego zagrożenia, ale powinien być przechowywany w bezpiecznym miejscu.

Podane czynności dotyczą wyłącznie produktów marki BRS Aerospace. Możliwe że na różnych małych statkach powietrznych funkcjonują systemy innych firm, na przykład: Pioneer, Second Chantz, Advanced Ballistic Systems, Galaxy lub GQ Security. Są one wprawdzie podobne i składają się z podobnych podzespołów, ale nie są identyczne, więc ważną sprawą jest określenie producenta systemu, nim przystąpi się do jego rozbijania. ■

Autor jest absolwentem Oficerskiej Szkoły Lotniczej. Służbę rozpoczął w 45 Pułku Lotnictwa Myśliwskiego. Następnie służył w 11 plm OPK, kolejno jako pilot, starszy pilot, szef strzelania powietrznego eskadry oraz dowódca eskadry. Był pracownikiem AON, WOSL oraz WSUPIZ w Rykach. Od 1988 r. na emeryturze.



ppłk
ARKADIUSZ PIOTROWSKI
Szefostwo Geografii Wojskowej

Wojskowy zasób geograficzny

Materiały geograficzne wykorzystywane w siłach zbrojnych od niedawna są ujęte w ramy organizacyjne, dzięki czemu opracowujący je mogą korzystać również z zasobów Głównego Geodety Kraju.

Geografia wojskowa, zgodnie z potrzebami komórek i jednostek resortu obrony narodowej, realizuje wiele przedsięwzięć związanych z szeroko rozumianym zabezpieczeniem geoprzestrzennym. Oprócz zadań wykonywanych na rzecz rodzajów sił zbrojnych (prace geodezyjne i topograficzne, przygotowywanie specjalnych materiałów i opracowań geograficznych dla określonych odbiorców), wojskowe jednostki geograficzne opracowują i utrzymują zbiór materiałów i danych geograficznych. Określa się go mianem wojskowego zasobu geograficznego (wzg).

GENEZA

Geografia wojskowa na przestrzeni dziesięcioleci przygotowywała różnego rodzaju opracowania geodezyjne i kartograficzne oraz produkty i analizy specjalne, a także podejmowała wiele innych prac, których efektem były określone zbiory danych informacyjnych. Nigdy jednak formalnie nie funkcjonowało w wojsku pojęcie „zasobu” czy też „zbioru” grupującego wszystko to, co wytworzono własnymi siłami lub pozyskano z innych źródeł. W środowisku cywilnym, na przykład, od dawna było używane pojęcie „pań-

stwowy zasób geodezyjny i kartograficzny” (pzgik), obejmujące określone materiały i dane, spełniające ustalone wymagania.

Po raz pierwszy pojęcie „wojskowy zasób geograficzny” pojawiło się w *Decyzji Ministra Obrony Narodowej z dnia 28 maja 2008 r.*¹, na mocy której wprowadzono do użytku dokument *Instrukcja o wojskowym zasobie geograficznym w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej*².

Pojęcie to znalazło także umocowanie w akcie prawa powszechnego – w rozporządzeniu ministra spraw wewnętrznych i administracji³, stając tym samym asumptem do wymiany materia-

¹ *Decyzja Nr 263/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 28 maja 2008 r. w sprawie wprowadzenia do użytku „Instrukcji o wojskowym zasobie geograficznym w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej”*. Dz.Urz. MON nr 12, poz. 136.

² Instrukcja jest wojskowym wydawnictwem specjalistycznym o sygnaturze Szt. Gen. 1601/2008.

³ *Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 26 maja 2010 r. w sprawie rodzajów prac geodezyjnych i kartograficznych mających znaczenie dla obronności i bezpieczeństwa państwa oraz współdziałania Służby Geodezyjnej i Kartograficznej z jednostką organizacyjną Sztabu Generalnego Wojska Polskiego właściwą w sprawach geodezji i kartografii*. Dz.Ur nr 109, poz. 718.

łów i danych geograficznych między zasobem wojskowym (wzg) i cywilnym (pzigik), utrzymanym przez Głównego Geodetę Kraju.

ISTOTA SPRAWY

Wojskowy zasób geograficzny jest to zbiór wszystkich opracowań geograficznych przeznaczonych do użytku w siłach zbrojnych. W jego skład wchodzi materiały źródłowe oraz produkty związane z wytwarzaniem wojskowych map: topograficznych, lotniczych, ogólnogeograficznych i tematycznych oraz sytuacyjno-wysokościowych obiektów resortu obrony narodowej, a także innych opracowań.

Dzieli się on na następujące części:

a) źródłową, w której zasobach znajdują się źródłowe materiały geograficzne (np.: mapy, bazy danych, katalogi, inne dokumenty), powstałe w wyniku prac geodezyjnych, kartograficznych, fotogrametrycznych lub innych oraz duplikaty tych materiałów (tzw. kopie bezpieczeństwa). Materiały te są traktowane zazwyczaj jako półprodukty służące do opracowania finalnego produktu geograficznego (jego wersji dystrybucyjnej) i wykorzystywane przede wszystkim przez wojskowe jednostki geograficzne podczas wykonywania zadań produkcyjnych;

b) dystrybucyjną, w której skład wchodzi produkty geograficzne (ich wersje finalne). Podlegają one dystrybucji do użytkowników przez logistyczny system zaopatrywania Sił Zbrojnych RP.

Materiały wchodzące w skład wojskowego zasobu geograficznego występują zarówno w tradycyjnej wersji papierowej (analogowej), jak i cyfrowej, zapisanej na nośnikach magnetycznych.

ORGANIZACJA ZASOBU

Źródłowa część wojskowego zasobu geograficznego jest prowadzona (utrzymywana) przez wojskowe jednostki geograficzne i obejmuje:

- materiały dotyczące osnów geodezyjnych, gramimetrycznych i magnetycznych, w tym:
 - dokumenty geodezyjne i kartograficzne dotyczące pomiarów, obliczeń, przeglądów i konserwacji podstawowych osnów geodezyjnych poziomych i wysokościowych oraz osnów gramimetrycznych i magnetycznych;

- katalogi i bazy danych dotyczące osnów;
- dokumenty geodezyjne zawierające zależności matematyczne między układami współrzędnych geodezyjnych;

• materiały fotogrametryczne i teledetekcyjne, a wśród nich:

- dokumenty geodezyjne i kartograficzne dotyczące opracowań fotogrametrycznych i teledetekcyjnych;

- zdjęcia (sceny) lotnicze i satelitarne;
- fotomapy i ortofotomapy;

• materiały związane z opracowaniami kartograficznymi, takimi jak mapy topograficzne, przeglądowe i specjalne:

- dokumenty geodezyjne, kartograficzne, fotogrametryczne, teledetekcyjne i inne dotyczące pomiarów i opracowań tych map;

- diapozytywy wydawnicze i archiwalne;

– geograficzne bazy danych, mapy wektorowe oraz numeryczne modele terenu;

- mapy rastrowe;

– inne materiały wykorzystywane do opracowania tych map;

– operaty map topograficznych, przeglądowych i specjalnych;

• mapy topograficzne, przeglądowe i specjalne;

• tematyczne bazy danych;

• dokumenty geodezyjne i kartograficzne związane z opracowaniami specjalistycznymi;

• dokumenty odnoszące się do map sytuacyjno-wysokościowych przygotowywanych przez wojskowe jednostki geograficzne dla obiektów resortu obrony narodowej, zwłaszcza:

- dokumenty geodezyjne i kartograficzne oraz fotogrametryczne powstałe w trakcie zakładania, modernizacji bądź aktualizowania mapy sytuacyjno-wysokościowej;

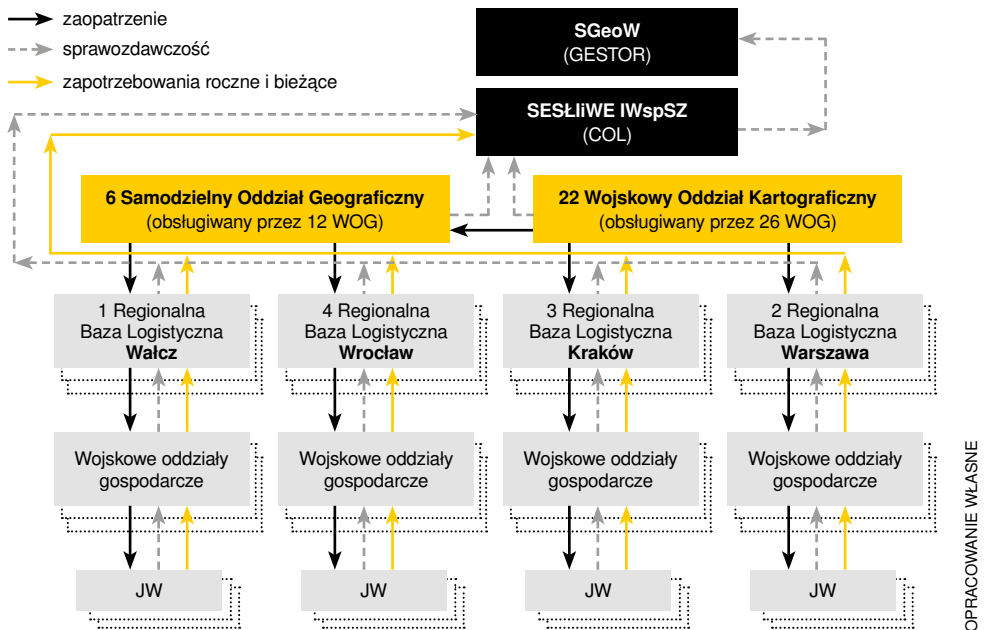
- operat mapy sytuacyjno-wysokościowej;

- mapę sytuacyjno-wysokościową;

• kopie bezpieczeństwa materiałów stanowiących źródłową część wojskowego zasobu geograficznego;

• inne opracowania, wydawnictwa i materiały niebędące produktami geograficznymi, w tym dokumenty normatywne, wytyczne i instrukcje.

Ze względu na charakter, cel oraz sposób wykorzystania wymienionych materiałów źródło-



UPROSZCZONY SCHEMAT systemu zaopatrywania w produkty geograficzne

wych są one kompletowane w następujące grupy funkcjonalne:

a) zasób bazowy – stanowią go materiały będące podstawą opracowania następnych wydań (wznowień) danego produktu lub opracowania materiału źródłowego dla nowego produktu;

b) zasób użytkowy – czyli materiały służące do bezpośredniego udostępniania lub wykonania wersji dystrybucyjnych (powielania) w formie analogowej lub cyfrowej;

c) zasób przejściowy – do którego zalicza się materiały niezakwalifikowane do dwóch pierwszych zasobów; są to materiały pomocnicze lub półprodukty.

Dystrybucyjna część wojskowego zasobu geograficznego obejmuje produkty geograficzne (wersje finalne), dystrybuowane do użytkowników w resorcie obrony narodowej i użytkowane (utrzymywane) przez jego komórki i jednostki organizacyjne. W jej skład wchodzi mapy: topograficzne, przeglądowe i specjalne; lotnicze; cyfrowe oraz zbiory i bazy danych; a także inne mapy i atlasy oraz pomoce szkoleniowe i różne wydawnictwa geograficzne.

Elementy składowe obu części zasobu podlegają dystrybucji w ramach logistycznego systemu zaopatrywania Sił Zbrojnych RP zgodnie z *Planem przydziałów gospodarczych resortu obrony narodowej* (dział zaopatrywania nr 15. „geograficzny”). Ze względu na fakt, że materiały źródłowe są stosowane przede wszystkim do opracowywania i wytwarzania nowych produktów (wchodzących w skład części dystrybucyjnej zasobu), wykorzystywane są głównie przez wojskowe jednostki geograficzne do realizacji zadań produkcyjnych, związanych z zabezpieczeniem geograficznym. Udostępniane są również poza resort obrony narodowej podmiotom wykonującym zadania zlecone w ramach zamówień publicznych.

Zdecydowana większość materiałów i danych, składających się na wojskowy zasób geograficzny, stanowi wynik działalności produkcyjnej wojskowych jednostek geograficznych, ujętej w rocznych planach szkoleniowo-produkcyjnych, dotyczących zabezpieczenia geograficznego Sił Zbrojnych RP.

W zasobie występują również elementy pozyskane od kontrahentów cywilnych oraz od zagra-

nicznych wojskowych służb geograficznych (na rzecz opracowań geoprzestrzennych). Niezbędne z wojskowego punktu widzenia materiały, dane i produkty geograficzne otrzymywane są na mocy podpisanych dwustronnych umów i porozumień⁴, dzięki którym – na zasadzie wzajemności – możliwe jest bezpłatne ich pozyskiwanie. Odbyna się to również w drodze zamówienia publicznego.

AKTUALIZOWANIE PRODUKTÓW

Zapewnienie użytkownikom dostępu do aktualnych wojskowych produktów geograficznych to wymóg współczesnego pola walki. Stopień wiarygodności przedstawianych przez nie treści ma bowiem wpływ na interpretację sytuacji, a w konsekwencji na podejmowanie określonych decyzji, oraz – będących ich następstwem – konkretnych działań.

W tym kontekście istotnym problemem pozostaje zapewnienie aktualności elementów wojskowego zasobu geograficznego. Zbiór wymaganych kryteriów w odniesieniu do standardowych produktów geograficznych (część dystrybucyjna zasobu) zawiera natowski dokument standaryzacyjny (Standarization Agreement – STANAG), na podstawie którego opracowano *Normę Obronną*⁵.

Związana jest z tym również konieczność sprawowania określonych funkcji zarządczych (organizacyjnych) w odniesieniu do materiałów (danych) tworzących ten zasób. Pełni je gestor właściwy do spraw uzbrojenia i sprzętu wojskowego geografii wojskowej – Szefostwo Geografii Wojskowej.

W przypadku materiałów źródłowych stosuje się procedury *włączenia* ich do zasobu i (lub) *wyłączenia* z niego. Odbyna się to na podstawie stosownego dokumentu – polecenia gestora.

Źródłowe materiały geograficzne podlegają wyłączeniu z zasobu w sytuacji, gdy utraciły przydatność użytkową (np.: stały się nieaktualne, nieczytelne, zostały uszkodzone lub zniszczone, a ich odnowienie na podstawie dostępnych dokumentów nie jest możliwe) lub gdy ich treść nie jest użyteczna.

Natomiast w odniesieniu do części dystrybucyjnej zasobu, w celu utrzymania satysfakcyjnej

nującej aktualności, stosuje się procedury *wprowadzenia* i *wycofania* danego produktu geograficznego. Odbyna się to na podstawie dokumentu – komunikatu gestora. Jest on opracowywany najczęściej w przypadku wprowadzenia nowej (aktualniejszej) edycji tej samej serii produktu geograficznego. Wprowadzenie to jest konsekwencją pozyskania produktu od kontrahentów zewnętrznych (krajowych, zagranicznych) lub wytworzenia go przez wojskowe jednostki geograficzne w ramach realizacji zadań szkoleniowo-produkcyjnych z zakresu zabezpieczenia geograficznego. Zazwyczaj jeden dokument określa jednocześnie, jakie materiały zostały wycofane z powodu utraty cech aktualności i jakie wprowadza się w ich miejsce.

Zarówno polecenia, jak i komunikaty gestora stanowią podstawę stosownych zmian aktualizacyjnych w bazie JIM (jednolity indeks materiałów). Jest to istotne zwłaszcza w odniesieniu do produktów, które różnią się wyłącznie numerem edycji (wskazującym na ich aktualność). Ponieważ numer indeksowy JIM pozostaje taki sam (zarówno dla produktu wycofywanego, jak i wprowadzanego), konieczne jest rozróżnienie danego produktu. Służy temu aktualizacja w SI JIM (system informatyczny JIM) danych pola opisowego konkretnego produktu.

Elementy wojskowego zasobu geograficznego są udostępniane i dystrybuowane. Termin „udostępnianie” jest stosowany w odniesieniu do źródłowej części zasobu. Przez to pojęcie należy rozumieć wydawanie materiałów (niekiedy wraz z licencją określającą cel wydania oraz zakres ich wykorzystania) komórkom (jednostkom) organizacyjnym resortu obrony narodowej, kontrahentom krajowym i zagranicznym, z którymi podpisano umowy (porozumienia) o wzajemnej współpracy, oraz podmiotom zewnętrznym realizującym zadania na rzecz resortu obrony narodowej. W większości przypadków są one udostępniane wojsko-

⁴ Zawarto porozumienia bilateralne o współpracy z 13 państwami – członkami NATO i w ramach programu „Partnerstwo dla pokoju” oraz trzy umowy z podmiotami krajowymi.

⁵ NO-06-A075:2011 *Mapy wojskowe. Aktualizowanie map lądowych i lotniczych. Wymagania.*

wym jednostkom geograficznym w celu wykonania zadań szkoleniowo-produkcyjnych.

Termin „dystrybucja” natomiast odnosi się do produktów finalnych, czyli dotyczy dystrybucyjnej części wojskowego zasobu geograficznego i jest ściśle związany z procesami zaopatrywania. Są one realizowane w systemie zaopatrywania Sił Zbrojnych RP zgodnie z zasadami gospodarki ilościowo-wartościowej (jakościowej) oraz nadanymi przydziałami gospodarczymi. Procedury dotyczące zaopatrywania są regulowane odrębnymi dokumentami⁶.

Zaopatrywanie może być realizowane dwiema drogami. Zazwyczaj odbywa się w sposób tradycyjny, czyli przez wydanie produktów (w wersji papierowej lub cyfrowej na nośnikach CD/DCV) z magazynu. Coraz częściej jednak wykorzystywane są systemy teleinformatyczne. W resorcie obrony narodowej służy do tego celu serwer informacji i usług geograficznych „Geoserwer”, który – oprócz pobierania produktów – umożliwia użytkownikowi również dokonywanie podstawowych analiz geograficznych (geoprzestrzennych). Sposób ten jednak z uwagi na ograniczenia techniczne (m.in. wydajność serwera, oprogramowanie, przepustowość łączy) jeszcze przynajmniej przez pewien czas będzie stanowił alternatywny (uzupełniający) sposób zaopatrywania.

SYSTEM ZAOPATRYWANIA

Zaopatrywanie w produkty geograficzne odbywa się w ramach logistycznego systemu zaopatrywania Sił Zbrojnych RP zgodnie z zasadami ewidencji ilościowo-wartościowej i na podstawie nadanych przez Inspektorat Wsparcia Sił Zbrojnych przydziałów gospodarczych (rys.). I tak:

- jednostki wojskowe oraz komórki (jednostki) organizacyjne MON zaopatrują się w produkty geograficzne w wojskowych oddziałach gospodarczych (lub innych wskazanych magazynach), na których zaopatrzeniu się znajdują w odniesieniu do działu nr 15;

- oddziały te zaopatrują się w produkty geograficzne w regionalnych bazach logistycznych;

- te zaś w magazynach głównych produktów geograficznych (składnicach map) zlokalizowanych w wybranych jednostkach geografii wojskowej.

Zależności

■ W przypadku kontrahentów spoza resortu obrony narodowej (krajowych i zagranicznych) podstawą dystrybucji są wyłącznie zawarte umowy i porozumienia. Należy w tym miejscu wyraźnie podkreślić, że zgodnie ze sporządzonymi opiniami prawnymi nie ma obecnie podstaw umożliwiających zaopatrywanie (zarówno odpłatne, jak i nieodpłatne) podmiotów spoza resortu obrony narodowej (krajowych i zagranicznych), z którymi nie zawarto stosownych porozumień.

Polskie kontyngenty wojskowe (PKW) lub inne oddziały przeznaczone do wykonywania zadań poza granicami kraju zaopatruje się w produkty geograficzne w następujący sposób:

- w fazie przygotowywania PKW i przerzutu na obszar operacji – przez organ logistyczny wytypowany do jego zabezpieczenia;

- na obszarze operacji – przez odpowiednią komórkę geograficzną sztabu operacji przy wsparciu narodowego organu logistycznego zajmującego się zabezpieczeniem kontyngentu. ■

Autor jest absolwentem WAT, Uniwersytetu Warszawskiego oraz Wyższej Szkoły Zarządzania i Prawa. Obecnie jest starszym specjalistą w Szefostwie Geografii Wojskowej.

⁶ Instrukcja zaopatrywania Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej w produkty geograficzne. Sygn. Szt. Gen. 1594/2007; Wytoczne Zastępcy Szefa Inspektoratu Wsparcia Sił Zbrojnych – Szefa Logistyki z dnia 18 stycznia 2011 r. w sprawie zasad zaopatrywania i sprawozdawczości w ramach „15. geograficznego” działu zaopatrywania logistycznego Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej.



ppłk w st. spocz. dr
JERZY GARSTKA

Lotnictwo wojskowe Omanu i Kuwejtu

Na największym półwyspie świata, gdzie występują bogate złoża ropy naftowej, między istniejącymi tam państwami często dochodziło do konfliktów zbrojnych. Niektóre z tych krajów są na etapie modernizowania swoich sił zbrojnych.

Oman to jedno z silniejszych i ważniejszych państw Zatoki Perskiej. Jego siły powietrzne (al-Quwwat al-Jawwiya al-Sultanat Oman) liczą około pięciu tysięcy żołnierzy i są dobrze wyszkolone oraz wyposażone. Mają 12 eskadr, w tym trzy bojowe: jedna dysponuje 12 samolotami F-16C/D, a dwie 18 Jaguarami Mk1/2.

SAMOLOTY BOJOWE

Eksplloatowane starego typu francusko-brytyjskie samoloty myśliwsko-bombowe SEPECAT Jaguar (dziesięć jednomiejscowych OS i dwa dwumiejscowe OB.) pozyskano w ramach umowy z 1977 roku. Wszystkie starsze Jaguary od 2012 roku są wycofywane ze służby. Ich miejsce zajmują wielozadaniowe Eurofightery Typhoon. W sprawie ich zakupu (24 sztuki w wersji Block 5¹) prowadzono rozmowy od 2008 roku. Na próbę testowano dwa typy samolotów: Eurofighter Typhoon i Dassault Rafale ze zmiennym skutkiem. Ograniczone zdolności bojowe ma-

szyn Typhoon Tranche 1 spowodowały, że Oman chce pozyskać 12 samolotów w standardzie Tranche 3A wraz z opcją na kolejne 12 egzemplarzy. Pozwoli to na wycofanie dwunastu Hawków 203. Dzięki temu posunięciu flota samolotów bojowych zostałaby ograniczona do dwóch typów (obecnie liczy cztery): Typhoon Tranche 3A i F-16 Block 50².

Oman był też pierwszym krajem z państw Zatoki Perskiej, który zakupił wielozadaniowe F-16 Block 50. Pierwszą umowę na 12 sztuk (za 1,1 miliarda USD) podpisano w 2002 roku, a dostawy zrealizowano w latach 2005–2006. Opiewała ona na osiem jed-

¹ Standard Block 5 to maszyny z pierwszej transzy produkcyjnej (Tranche 1) z ograniczonymi możliwościami atakowania celów naziemnych z partii przeznaczony dla Royal Air Force.

² Info: *Oman chce myśliwce Eurofighter Typhoon*. „Lotnictwo” 2012 nr 3, s. 4; *Oman request's Typhoon*. „Combat Aircraft” April 2012, s. 6; tamże: *Typhoon wins Omani RFP*, s. 31; *Typhoon dla Omanu*. „Nowa Technika Wojskowa” 2010 nr 5, s. 9.

nomiejskowych F-16C i cztery F-16D z silnikami General Electric F1110-GE-129 i radarami AN/APG-68(V)M.

Wraz z samolotami Oman otrzymał między innymi 50 pocisków raketowych AIM-120C AMRAAM (i dziesięć ćwiczebnych), 100 rakiet AIM-9M-8/9 Sidewinder (i dziesięć ćwiczebnych), 80 sztuk AGM-65D/G Maverick (i dziesięć ćwiczebnych), 20 sztuk AGM-84D Harpoon, po 100 bomb kierowanych laserowo Enhanced GBU-10 i 100 Enhanced GBU-12, 50 bomb GBU-31(v)3/B JDAM, 50 bomb kasetowych CBU-97/105, 50 tysięcy nabojów kalibru 20 mm (i tyleż samo ćwiczebnych), 300 bomb MK-82, 200 bomb MK-82, 20 tysięcy flar zakłócających RR-170 oraz 20 tysięcy flar MJU-7B³.

Z informacji amerykańskiego Departamentu Obrony wynika, że Oman zamówił kolejne 12 samolotów F-16 Block 50 (dziesięć jednomiejskowych F-16C i dwa dwumiejskowe F-16D). Trafiają one do sił powietrznych Omanu do końca grudnia 2016 roku. Według wcześniejszych zapowiedzi mają być wyposażone w radar AN/APG-68(V)9 i przystosowane do przenoszenia zasobników rozpoznawczych DB-110 oraz celowniczych AN/AAQ-33 Sniper lub podobnych⁴.

SAMOLOTY SZKOLNE

Z końcem lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku wycofano ze służby brytyjskie szkolno-bojowe BAC 167 Strikemaster Mk 82/82A (24 sztuki), pamiętające lata sześćdziesiąte. Nadal jednak eksploatuje się (od 1976 roku) cztery szwajcarsko-włoskie AS-202, a także cztery brytyjskie Hawki Mk 103. Do szkolenia podstawowego używa się ośmiu samolotów turbośmigłowych PAC MFI-17B Mushshak Super i 12 Pilatus PC-9⁵.

SAMOLOTY TRANSPORTOWE I PATROLOWE

Flota samolotów transportowych jest przestarzała i złożona z dużej liczby różnorodnych maszyn. Stanowią ją trzy C-130H Hercules, jeden DC-8 i dwa Dornieri Do-228-100. Do tego należy doliczyć DC-10, cztery BN-2 Defender/Is-

lander oraz trzy BAC-111 (wszystkie w magazynach).

16 sierpnia 2010 roku koncern Lockheed Martin poinformował o zawarciu kontraktu na sprzedaż do Omanu dwóch C-130J Super Hercules. Maszyny te dołączą do zamówionego w lipcu 2009 roku już eksploatowanego C-130J Super Hercules. Zastąpią trzy eksploatowane obecnie C-130H Hercules, dostarczone w pierwszej połowie lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Dostawy tych maszyn – w tempie jeden egzemplarz rocznie – rozpoczęły się w 2012 roku i zakończą w 2014 roku.

ŚMIGŁOWCE

Siły powietrzne Omanu dysponują jedynie śmigłowcami transportowymi. W 1970 roku otrzymały AB 205 (inaczej Bell 205). Łącznie było ich 24, z czego w służbie pozostało około 15–19 maszyn, które będą niedługo zastąpione śmigłowcami NH90 TTH (Tactical Transport Helicopter). Maszyny te, zamówione w liczbie 20 egzemplarzy, odbiera się od 2010 roku⁶.

Śmigłowiec NH90 TTH o wymiarach 19,56x16,14x5,23 metra i średnicy wirnika nośnego 16,3 metra może osiągać maksymalną prędkość do 300 km/h oraz pułap zawisu 2900 metrów. Jego parametry nośne to: maksymalna masa startowa – 10 ton, masa ładunku wewnętrzznego >2,5 tony i masa ładunku podwieszanego – 4 tony, wymiary kabiny ładunkowej to 4,8x2,0x1,6 metrów i zasięg lotu do 880 kilometrów. Napęd stanowią dwa silniki Rolls-Royce'a Turbomeca RTM 322 o mocy 1790 kW (w wersji klasycznej dla państw europejskich były to silniki RT 322 o mocy 1560 kW).

³ R. Czulda: *Siły zbrojne Bahrajnu i Omanu*. „Armia” 2012 nr 1, s. 60.

⁴ Info: *Oman kupuje kolejne F-16*. „Nowa Technika Wojskowa” 2012 nr 1, s. 6; B. Głowacki: *Koniec 2011 dla Amerykanów*, pkt. *Omańska powtórka*. „Raport WTO” 2012 nr 1, s. 44.

⁵ Inf: *Offshor Training: Pilatus PC-9M i MFI-178 Mushshak Super*. „Air Forces” November 2009, s. 49–50.

⁶ R. Czulda: *Siły zbrojne Bahrajnu...* op. cit., s. 63.

Nieco historii

■ W latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku Kuwejtcy cy bazowali na brytyjskich samolotach firmy Auster i dwóch samolotach krótkiego zasięgu de Havilland DH.104 Dove. W latach 1963–1971 flota samolotów transportowych wzbogaciła się o kanadyjskie samoloty Canada DHC-4 Caribou, brytyjskie AW.660 Argosy (od 1969 roku) i amerykańskie Lockheed L-100-20 Hercules (od 1971 roku).

Wariant omański NH90 jest przystosowany do operowania w warunkach wysokogórskich klimatu pustynnego. Wyposażenie defensywne składa się z aparatury informującej o opromieniowaniu wiązką fal elektromagnetycznych i laserem, układu ostrzegania o odpaleniu rakiet, wyrzutnika flar oraz aparatury wykrywania i analizowania sygnałów radarowych.

Oman eksploatuje też pięć śmigłowców AS-33 Super Puma oraz po jednym egzemplarzu SA 330 Puma i SA 330J Puma.

Flotę śmigłowców uzupełniają trzy lekkie śmigłowce transportowe Bell 206 Jet Ranger oraz morskie Super Lynx 300 w liczbie 15 (16) egzemplarzy.

LOTNICTWO WOJSKOWE KUWEJTU

Od początku istnienia Kuwejt nie czuje się bezpiecznie, gdyż jego siły zbrojne są niewielkie i nie stanowią czynnika odstraszącego potencjalnych agresorów. Jego siły powietrzne liczą około 2,5 tysiąca żołnierzy i są skupione w dwóch bazach: Ahmed Al Jaber i Ali Al Salem (w tej drugiej stacjonują też siły amerykańskie).

W strukturze organizacyjnej wyróżnia się dwie eskadry bojowe, trzy szkolne, transportową, dwie eskadry śmigłowców wielozadaniowych (transportowe, SAR), eskadry śmigłowców bojowych i szkolno-bojowych⁷.

SAMOLOTY BOJOWE I SZKOLNO-BOJOWE

W pierwszym okresie istnienia siły powietrzne Kuwejtu opierały się głównie na samolotach brytyjskich.

W latach 1974–1983 zakupiono francuskie Mirage F1 w wariantach: 27 sztuk F1CK/CK-2 i 7 sztuk F1BK/BK-2, a także 36 amerykańskich A-4M Skyhawk II (inaczej A-4KU). Po zakończeniu wojny w Zatoce Perskiej wycofano wszystkie A-4 Skyhawk i sprzedano Brazylii, Mirage F1 zaś w liczbie 19 egzemplarzy trafiły do magazynów (są ciągle na stanie sił powietrznych). W 1983 roku pozyskano 12 szkolnych samolotów Hawk T64, a w 1995 roku osiem Short Tucano Mk 52⁸.

Obecnie wykorzystywanym samolotem bojowym jest amerykański F/A-18C/D Hornet. Maszyny dostarczono w końcu października 1991 roku w liczbie 40 egzemplarzy (32 sztuki F/A-18C i 8 sztuk F/A-18D). Zaniedbanie w szkoleniu spowodowało, że Kuwejt ma więcej tych maszyn niż pilotów.

W 2010 roku testowano francuskie maszyny Dassault Rafale. Według oświadczenia ministra obrony Francji z 9 stycznia 2012 roku, ich zakupem jest zainteresowany Kuwejt (18–22 sztuki) i Katar (24 sztuki). Rządy obu krajów oczekują jednak, że jako pierwsi Rafale zamówią Zjednoczone Emiraty Arabskie w liczbie 60 sztuk.

SAMOLOTY TRANSPORTOWE

Siły powietrzne dysponują trzema L-100-3 Hercules, przeznaczonymi do modernizacji, oraz po jednym Boeingu B-737-20 i Mc Don-

⁷ R. Czulda: *Kuwejt*. „Armia” 2011 nr 2, s. 76; tenże: *Siły zbrojne Zatoki Perskiej*. „Armia” 2011 nr 10, s. 67.

⁸ Info: *Samoloty bojowe Mirage F1*. „Lotnictwo” 2010 nr 10, s. 41–42.

nell Douglas DC-9. Dlatego też Kuwejt prowadzi program modernizacji lotnictwa transportowego. Na początku dekady zamówił trzy średnie transportowe C-130J Super Hercules z opcją na kolejne trzy. 24 września 2010 roku Amerykańska Agencja Obrót Ubrojeniem (Defense Security Cooperation Agency – DSCA) przekazała Kongresowi Stanów Zjednoczonych dokumenty potrzebne do wydania zgody na (potencjalną) sprzedaż do Kuwejtu samolotu transportowego Boeing C-17 Globemaster III wraz z wyposażeniem dodatkowym. Łączna kwota kontraktu wyniosła około 693 milionów dolarów – cena jest wygórowana (średni koszt płatowca C-17 Globemaster III oscyluje w granicach 220 milionów dolarów), jednak brakuje dokładnych danych dotyczących wyposażenia dodatkowego oraz usług serwisowo-logistycznych, które chcą nabyć zamawiający. Łączny koszt, wraz z elementami dodatkowymi i zapasowymi silnikami F117-PW-100, to około 693 milionów USD⁹.

Najnowszy zakup to powietrzne tankowce. W 2009 roku Amerykańska Agencja Obrót Ubrojeniem poinformowała Kongres USA o prośbie złożonej przez rząd Kuwejtu, dotyczącej zakupu ośmiu wielozadaniowych tankowców KC-130J. Oprócz nich Arabowie zamierzają nabyć 40 silników turbinowych AE-2100D3 (w tym osiem jako zapasowe), cztery układy AN/ALR-56M ostrzegające o opromieniowaniu wiązką fal elektromagnetycznych, cztery AN/AAR-47 układy ostrzegające o odpalonych pociskach rakietowych, cztery zestawy wyrzutników flar i dipoli AN/ALE-47, 20 radiostacji AN/ARC-210 (RT-185IA(U) VHF/UHF HAVEQUICK/SINCGARS, części zamienne i zestawy do napraw. Kwota zakupu, wynosząca 1,8 miliarda dolarów, obejmuje również gwarancje, transport samolotów do Kuwejtu, szkolenie personelu i wsparcie techniczne producenta oraz rządu USA.

W rezultacie kontrakt na KC-130J podpisano w maju 2010 roku w ramach programu FMS (Foreign Military Sales), ale już tylko na trzy maszyny z dostawą w latach 2013–2014¹⁰.

Kuwejt dysponuje też jedenastoma samolotami rządowymi, w tym: Gulfstream V, Airbusem A 310, Airbusem 300 i Gulfstream G 5550.

ŚMIGŁOWCE

Pierwszymi śmigłowcami Kuwejtu były brytyjskie Westland Whirlwind (4 sztuki). W 1968 roku dokupiono dwa Bell 206, rok później osiem Bell 205. Flotę śmigłowców transportowych stanowią: pięć Aerospatiale SA 330H Puma, pięć Eurocopter AS 332M Super Puma (wykonują zadania dla marynarki wojennej).

Od 2007 roku znaczącą siłę uderzeniową Kuwejtu stanowią amerykańskie śmigłowce bojowe AH-64D Apache w liczbie 12 sztuk (cztery stacjonują w USA w celach szkolno-treningowych). Kuwejt, podobnie jak Arabia Saudyjska, chce te maszyny zmodernizować do standardu AH-64 Apache Longbow. Zmodernizowane Apache AH-64D dysponują ponadto zmodyfikowanym układem napędowym o zwiększonej mocy. Pozwala to na bezpieczne wykonywanie misji bojowych nawet na wysokości 1800 metrów i to w ujemnej temperaturze. Załogi zmodernizowanych śmigłowców będą mogły również rejestrować obraz i przekazywać go innym załogom śmigłowców AH-64 wykonującym zadanie w tym samym rejonie, bezzałogowym statkom powietrznym i żołnierzom wyposażonym w przenośne terminale OSRVT (One System Remote Video Terminal).

Siłę uderzeniową śmigłowców AH-64D Apache wzmocniają posiadane przez Kuwejt francuskie śmigłowce szkolno-treningowe Aerospatiale SA 341/342 Gazelle z przeciwpancernymi pociskami raketowymi HOT w liczbie 13 egzemplarzy. ■

Autor jest absolwentem WAT. Stopień doktora uzyskał na Wydziale Mechanicznym Politechniki Wrocławskiej.

Był m.in. kierownikiem Pracowni Minowania i Ośrodka Naukowej Informacji Wojskowej w Wojskowym Instytucie Techniki Inżynierskiej.

⁹ Info: *Kuwejt chce C-17 Globemaster III*. „Nowa Technika Wojskowa” 2010 nr 11, s. 5.

¹⁰ *Kuwejt chce kupić KC-130J*, „Raport WTO” 2009 nr 9, s. 121; M. Czulda: *Kuwejt...*, op. cit., s. 77.



ppłk pil. w st. spocz.
MACIEJ KAMYK

Niewidzialny myśliwiec chiński

Eksperci przewidują, że ten „niewidzialny” samolot zdecydowanie zmieni bilans sił w regionie na korzyść Chin.

Zaden z ekspertów zachodnich nie przewidział pojawienia się Chengdu J-20 – chińskiego myśliwca piątej generacji. Choć od pewnego czasu było wiadomo, że Chiny pracują nad skonstruowaniem bojowego „niewidzialnego” samolotu, to J-20 pojawił się wcześniej niż oczekiwano i wydaje się być bardziej dopracowany niż doświadczalna maszyna lub demonstrator, którego wielu specjalistów się spodziewało.

Debiut J-20 w listopadzie 2009 roku zapowiedział w chińskiej telewizji generał He Weirong, zastępca dowódcy Sił Powietrznych Chińskiej Armii Ludowo-Wyzwoleńczej. Oznajmił, że myśliwiec czwartej generacji (chińskie oznaczenie dla samolotów *stealth*) wznieś się w powietrze na przełomie 2010 i 2011 roku, a do uzbrojenia wejdzie w latach 2017–2019.

Początkowo Chiny pokazały światu swój najnowszy samolot myśliwski w typowy dla tego kraju sposób – za pomocą kontrolowanego przecieku pozwoliły chińskim hobbistom umieścić jego obrazy w Internecie. Według późniejszych doniesień, maszyna w towarzystwie samolotu J-10 wykonała przed zgromadzonymi przedstawicielami władz szybkie kołowania. Pierwszy

lot odbył się 11 stycznia 2011 roku z lotniska zakładowego lotniczej korporacji Avic Chengdu w Pekinie i trwał 18 minut.

KONSTRUKCJA

J-20 jest deltą z przednimi powierzchniami sterowymi w układzie kaczki i ogonem w kształcie litery V z w pełni ruchomymi, płytowymi statecznikami pionowymi wychyłanymi różnicowo maksymalnie o około 45 stopni, jednocześnie pełniącymi funkcję hamulców aerodynamicznych przy ich przeciwnym wychyleniu. Ma dwa duże romboidalne wloty powietrza do silników. Jest to prawdopodobnie największy samolot piątej generacji, jego długość wynosi około 22,8 metra, a rozpiętość skrzydeł około 15 metrów, jest nieco większy (przede wszystkim dłuższy) niż amerykański F-22. Jego kropłowa owiewka kabiny jest podobna do owiewki w F-22.

W budowie skrzydeł i wlotów powietrza do silników wykorzystano chińskie doświadczenia zdobyte przy konstrukcji samolotów J-10 i JF-17. J-20, podobnie jak F-22, ma w dolnej części kadłuba duże komory uzbrojenia oraz mniejsze boczne; te ostatnie prawdopodobnie są przeznaczone dla rakiet powietrze–powie-

trze. Pod tylnym segmentem kadłuba na wysokości stateczników pionowych znajdują się niewielkie stabilizatory dolne, mocno odchylone na zewnątrz.

Rozwiązania konstrukcyjne zapewniające „niewidzialność” w większości przypominają koncepcje zastosowane w amerykańskim F-22 i doświadczalnym X-35. Skrzydło przechodzi płynnie w kadłub. J-20 ma wloty powietrza diverterless supersonic inlet (DSI) opracowane przez firmę Lockheed Martin. Technologię tę stosuje się w chińskich samolotach J-10B, JF-17 oraz w szwedzkim Saab Gripen JAS 39/F. Patrząc na tę maszynę z tyłu, można odnieść wrażenie, że samolot nie jest „niewidzialny”, podobnie jak rosyjski Suchoj T-50. Jest to prawdopodobnie rozwiązanie zamierzone, gdyż eliminuje ciężkie dysze wylotowe 2D, takie jak w F-22. W tym aspekcie zarówno T-50, jak i J-20 są odzwierciedleniem filozofii reprezentowanej w studiach nad Advanced Tactical Fighter sprzed 1986 roku, która opierała się na teorii, że szybki, wysoko latający, zwinny samolot w stosunkowo niewielkim stopniu jest narażony na atak z tylnej półsfery.

Według informacji zamieszczonych przez Chińczyków w Internecie, głównym zadaniem tej konstrukcji było uzyskiwanie dużych prędkości i manewrowości z dostępnymi w Chinach w bliskiej przyszłości silnikami AL-31F i WS-10, które nie mają takiego stosunku ciągu do masy jak zachodnie jednostki napędowe. Rezultatem tego był wybór skrzydła delty i relatywnie długiego kadłuba w celu uzyskania niskiego oporu naddźwiękowego oraz poprawy zwinności i obrzynie kanardy, o dużym wychyleniu. Lot z szybkością naddźwiękową bez dopalacza prawdopodobnie nie będzie możliwy z tymi silnikami, ale konstrukcja płatowca nie wyklucza tego w przyszłości, kiedy chińska technologia budowy napędów stanie na wyższym poziomie.

Samolot jest bardzo duży, co wskazuje, że będzie zabierał około 15 ton uzbrojenia i paliwa. Da mu to większy zasięg niż jakimkolwiek innemu myśliwcowi piątej generacji. W jego dobrze zaprojektowanym nosie znajdzie się prawdopodobnie duży radar AESA. Cała kon-

Na miarę zadań

■ Nasuwa się podstawowe pytanie: do czego ma służyć J-20. Myśliwiec jest za duży do walk powietrznych, lecz Chiny, z powodu uwarunkowań geograficznych, nie będą spotykać myśliwców takiego rodzaju, z jakimi ma walczyć F-22. Jednocześnie komory uzbrojenia J-20 nie są na tyle duże, by mieścić wiele środków do atakowania celów naziemnych i nawodnych. Jedną z możliwości jest taka, że J-20 ma paraliżować działania platform rozpoznawczych oraz tankowców powietrznych, a dzięki wykorzystaniu „niewidzialności” i prędkości pokonać eskortujące je maszyny.

struktura wygląda całkiem niezłe, co powinno uczynić ją trudniejszą do wykrycia niż rosyjskiego Suchoja T-50.

Maszyna ma zespół napędowy składający się z dwóch silników, najprawdopodobniej z rosyjskiej rodziny Saturn AL-31F lub pochodnych, które zapewniają jej przyzwoite przyspieszenie i prędkość. Chińskie możliwości produkcyjne są chyba największe na świecie, zatem armia chińska może dostać setki J-20 w bardzo krótkim czasie.

SŁABOŚCI KONSTRUKCJI

Kanardy nie zapewniają uzyskania bardzo niskiej wykrywalności, gdyż zwiększają powierzchnię odbicia impulsów elektromagnetycznych generowanych przez stacje radiolokacyjne. Prototyp najprawdopodobniej ma awionikę opracowaną dla obecnej linii samolotów czwartej generacji, które nie są najnowocześniejsze. Chiny nadal nie mają dużego doświadczenia w stosowaniu materiałów kompozytowych i dlatego samolot będzie miał wyższą maksymalną masę startową. Nie są też w stanie zbudować niezawodnego silnika turbodrzutowego, a jedynie

udoskonalili silnik o mocy 90 kN używany przez JF-17.

Konstruktorzy chińscy wzięli pod uwagę te okoliczności i stworzyli odpowiedni płatowiec. Ma on sześć płaszczyzn sterowniczych (które zawierają kanardy) i będzie zużywał więcej paliwa, aby móc spełnić wymagania kinematyczne i być w jakiejś mierze porównywalny z lepszymi i lepiej zaprojektowanymi amerykańskimi i rosyjskimi prototypowymi myśliwcami piątej generacji. Ale jest wiadomo też, że samolot jest tak dobry, jak jego pilot, a według amerykańskich, japońskich oraz tajwańskich szacunków piloci chińscy nie mają takich umiejętności, jak amerykańscy, hinduscy czy japońscy, bardziej doświadczeni w prowadzeniu walk powietrznych.

CO NA TO SĄSIEDZI?

W kilku ostatnich dziesięcioleciach agresywne zachowanie Chin spowodowało, że takie kraje, jak Stany Zjednoczone, Japonia i Korea Południowa, oraz sąsiedzi, którzy mają z nimi długotrwałe spory graniczne (Indie, Wietnam i Tajwan), uważają to państwo za wojskowego rywala. Większość z nich ma przygotowane solidne programy konstrukcji samolotów piątej generacji, a Japonia i Korea Południowa zamierzają nabyć myśliwce F-35. Japonia opracowuje też swój własny, do celów badawczych, myśliwiec piątej generacji. Stany Zjednoczone już mają F-22 i F-35F (w ostatniej fazie prób). Indie są zaangażowane w rosyjskim programie Suchoj T-50, PAK FA oraz opracowują własny myśliwiec piątej generacji o nazwie AMCA. Oczekuje się, że Wietnam będzie pierwszym nabywcą rosyjskiego PAK FA.

J-20 wejdzie do uzbrojenia prawdopodobnie w 2020 roku i wtedy chińskie siły powietrzne będą miały około 200 samolotów rodziny Su-27 Flanker (chińskiej produkcji) oraz około 500 maszyn rodziny J-10. Większość starszych egzemplarzy zostanie wycofana. Szacować można, że zamówienie na J-20 może wynieść ponad 500 sztuk. Jednak amerykańska US Navy dysponuje około 700 Hornetami w różnych wersjach oraz setkami innych, o wiele bardziej nowoczesnych myśliwców jej sojuszników, Tajwanu, Japonii i Południowej Korei. Indie będą miały oko-

ło 600 samolotów czwartej generacji. Choć chińska flota maszyn bojowych będzie coraz większa, to jednak nadal nie może być porównywalna z bardzo dużą i o wiele bardziej nowoczesną armadą amerykańską, a także mniejszą, ale bardziej zaawansowaną flotą indyjską.

Jest mało prawdopodobne, by J-20 stanowił zagrożenie dla Stanów Zjednoczonych i ich sojuszników z powodu ich tradycyjnej technologicznej i ilościowej przewagi. A amerykańskie F-22 i F-35 JSF są technologicznie bardziej zaawansowane niż J-20. Jeśli Stany Zjednoczone i Chiny poszłyby na wojnę po 2020 roku, to Amerykanie jednak będą wygrywać, lecz mogą ponieść większe straty, po części spowodowane przez J-20.

KONKLUZJA

Świat powinien przyjąć J-20 jako charakterystyczny, śmiały krok Chin na ich naturalnym kursie, który utrzymują od dziesięcioleci. Z drugiej strony Chiny powinny mieć świadomość, że J-20 to nie najdoskonalsza platforma bojowa, która da im globalną dominację w powietrzu, jako że ta dziedzina wciąż jest zarezerwowana dla amerykańskich F-22 F-35 i rosyjsko-hinduskiego T-50 PAK FA.

W 2013 roku obserwatorzy będą monitorowali postępy rozwoju tej maszyny w czasie lotów próbnych i szukali zmian w wielu istotnych aspektach. Samolot o takich właściwościach musi mieć wielozakresowe, aktywne i pasywne czujniki wykrywania celów i ich namierzania. By działać z maksymalną efektywnością, wraz z innymi samolotami, „niewidzialna” konstrukcja powinna mieć system łączności i wymiany danych o małym prawdopodobieństwie ich niepożądanego przechwycenia. Ale z tymi problemami nadal się borykają, po 25 latach prac, nawet Amerykanie. ■

Autor służbę wojskową zakończył w 1991 r. jako zastępca dowódcy pułku ds. szkolenia. Wcześniej był dowódcą eskadry w Tomaszowie Mazowieckim. Jego nalot wynosi 3,5 tys. godzin. Był także oblatywaczem. Obecnie jest radnym gminy Lubochnia.

FEDERACJA ROSYJSKA

ODŚWIEŻANIE SYSTEMU

Rosyjskie siły powietrzne otrzymały dwa zmodyfikowane samoloty wczesnego wykrywania i naprowadzania A-50U¹. Trzeci ma wrócić do służby przed końcem roku, czwarty czeka na podpisanie umowy w sprawie przeprowadzenia modernizacji, podczas której montuje się nowe radary



Zmodernizowany A-50U

BERIEV

rodzimego koncernu Vega. Dzięki nim kilka razy zwiększył się zasięg wykrywania obiektów. Teraz można śledzić setki celów powietrznych i kierować przeciwko nim samoloty myśliwskie. Wprowadzono lepsze automatyczne zakresy pracy i łącza danych. Cyfryzacja wyposażenia pozwoliła zredukować liczbę i wielkość dodatkowego sprzętu zabieranego na pokład.

Siły powietrzne wykorzystują 22 samoloty A-50, które służbę rozpoczęły na początku lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku. Zamierzają również pozyskać nowe samoloty A-100 oparte na konstrukcji Il-476. Zakupy sprzętu mają się rozpocząć w 2016 roku. ■

¹ K. Soper: *Russian Air Force receiving upgraded A-50U AEW&C aircraft*. "Jane's Defence Weekly". 04.09.2013, s. 8.

FEDERACJA ROSYJSKA

SAMOLOT PIĄTEJ GENERACJI



Myśliwiec PAK-FA

SUKHOI

Wzbudzający od kilku lat duże zainteresowanie rosyjski myśliwiec piątej generacji (PAK-FA) pokazano na Moscow Air Show (MAKS) 2013. Zaplanowano, że wszystkie cztery prototypowe T-50 wykonają pokazową akrobację i zademonstrują licznie zebranej publiczności figury „diament”. W dniu otwarcia wystawy, 27 sierpnia 2013 roku, okazało się jednak, że tylko trzy maszyny są zdolne do lotu.

Demonstratorem nowych technologii w latach dziewięćdziesiątych XX wieku był Su-47, teraz T-50 prezentuje potencjał rosyjskiego przemysłu do produkcji kompozytowych struktur skrzydła na dużą skalę i za rozsądną cenę.

Prototypy T-50 nadal są napędzane silnikami z serii Saturn/Lyulka 117S/AL-41F, używanymi przez Su-35. Silniki te po raz pierwszy użyto w latach osiemdziesiątych XX wieku. Trzeci z czterech prototypów wyposażono w nowy elektronicznie skanujący radar (Active Electronically Scanned Array – AESA), który zapewnia bardzo dobre parametry potwierdzone podczas testów w powietrzu.

Specjaliści rosyjscy zapewniają, że nowy samolot będzie dysponował lepszymi raketami od MBDA Meteor, zdolnymi do atakowania celów pojawiających się poza widzialnością z pokładu samolotu. Zapewniono prezydenta Rosji, że T-50 znajdują się w rosyjskich siłach powietrznych przed 2015 rokiem. ■

FEDERACJA ROSYJSKA

Su-30SM DLA MARYNARKI WOJENNEJ



Su-30SM

STANISLAV SVIDO

Rosyjska marynarka wojenna potwierdziła wcześniejsze zamiary pozyskania samolotów Su-30SM i wzmocnienia w ten sposób swoich możliwości². Maszynę dysponującą kabiną mieszczącą dwóch członków załogi oparto na konstrukcji Su-30MKI. Były to samoloty budowane dla Indii. Wyposażono je w nowoczesny radar, zmodyfikowane

systemy komunikacyjne, katapulty i dostosowany do rosyjskiej specyfiki system uzbrojenia.

Sily powietrzne zamówiły już 60 tego typu samolotów. Mają one wypełnić lukę w wyposażeniu, jaka występuje do czasu wejścia do uzbrojenia samolotów piątej generacji T-50 PAK-FA. Zakup Su-30SM to tylko część większego zamówienia marynarki wojennej, która do 2020 roku ma nabyć 21 nowych samolotów i 54 śmigłowce.

Marynarka wojenna w dalszym ciągu dysponuje pokładowymi samolotami typu Su-33, samolotami bazującymi na lądzie typu Su-25UTG (do atakowania celów naziemnych) oraz Su-30SM. Su-24 skierowano do wykonywania misji w ramach floty Morza Czarneho. ■

² G. Jennings: *Russian Navy to acquire Su-30SM as part of wider Aviation build-up*. "Jane's Defence Weekly". 11.09.2013, s. 19.

WIELKA BRYTANIA

CO PO AFGANISTANIE

Brytyjskie ministerstwo obrony rozważa dokładny skład floty Reaperów, jaka będzie funkcjonowała po zakończeniu operacji w Afganistanie³. Nie ma wątpliwości, że zapotrzebowanie na tego typu platformy bezzałogowe nie zmniejszy się.

Już dzisiaj wiadomo, że MQ-9 pozostaną w służbie po roku 2015, jednak RAF poszukuje możliwości szerszego ich wykorzystania w czasie działań bojowych. Planuje się ich przystosowanie do przenoszenia pocisków kierowanych typu Brimstone, zamiast amerykańskich rakiet AGM-114 Hellfire.

Przenoszenie uzbrojenia ofensywnego przez te platformy bojowe to jedynie drugoplanowe zastosowanie MQ-9 przez RAF. W czasie operacji w Afganistanie 50 procent wszystkich lotów brytyjskich maszyn wykonują właśnie Reapery, jednak uzbrojenia używają jedynie w jednym na dwanaście lotów.



MQ-9 Reaper

UK MOD

Plany RAF-u zakładają, że do 2030 roku statki powietrzne tego typu będą stanowiły jedną trzecią wszystkich platform. ■

³ http://www.defence24.pl/news_rola-reaperow-w-raf-po-afganistanie. Info 12.09.2013.

SZWAJCARIA

ZGODA NA ZAKUP GRIPENÓW

We wrześniu 2013 roku parlament przegłosował zakup 22 myśliwców JAS-39E/F Gripen. Kontrakt oszacowano na 3,4 miliarda dolarów. Za propozycją zastąpienia wysłużonej floty myśliwców F-5 Tiger samolotami szwedzkimi głosowało stu trzynastu deputowanych, przy sześćdziesięciu ośmiu głosach sprzeciwu. Prawdopodobnie będą potrzebne jeszcze głosowania na temat szczegółów finansowania programu. Parlament podejmie też zapewne decyzję o ogłoszeniu ogólnokrajowego referendum, które odbędzie się w przyszłym roku. Zdecydowano się na samoloty szwedzkie jako opcję tańszą w stosunku do kosztowniejszych rywalizujących z nimi samolotów Eurofighter Typhoon oraz francuskich Rafale.



SAAB

Wśród użytkowników myśliwców szwedzkich znajdują się Szwecja, Tajlandia, RPA, Czechy i Węgry. ■

RUMUNIA

ZA POŚREDNICTWEM PORTUGALII



USAF

Portugalia kupuje F-16 w Stanach Zjednoczonych. Jest to zakup bardzo nietypowy, ponieważ maszyny te będą sprzedane rumuńskim siłom zbrojnym⁴.

Portugalska agencja ds. pozyskiwania sprzętu zamierza zakupić trzy F-16 w ramach programu US Excess Defense Articles (EDA). Z pomocą portugalskich i brazylijskich firm (w tym brazylijskiego Embraera) zostaną one doposażone w Portugalii do standardu MLU (Mid Life Update) i dołączą do dziewięciu maszyn do-

posażonych w ramach programu EDA, którego celem jest ich sprzedaż do Rumunii.

Porozumienie między Portugalią a Rumunią dotyczy sprzedaży – kupna 12 samolotów F-16, dodatkowych silników i osprzętu do nich oraz niezbędnego wsparcia logistycznego, a także szkolenia rumuńskich pilotów i mechaników.

Rumunia jest już przygotowana do wydania kolejnej transzy środków finansowych na pozyskanie odpowiedniego uzbrojenia dla swoich F-16, pokładowych sensorów, dodatkowego wyposażenia naziemnego i przygotowania niezbędnej infrastruktury.

Samoloty te stopniowo będą zastępowały część floty myśliwskich MiG-21 Lancer (zmodernizowana starsza ich wersja). Umowa w tej sprawie powinna zostać oficjalnie zawarta do końca 2013 roku. 12 lipca 2013 roku publicznie zaprezentowano informację o zgodzie prezydenta Rumunii na zakup portugalskich F-16. ■

⁴ V. Barreira: *Portugal buys US F-16s for Romania*. "Jane's Defence Weekly". 04.09.2013, s. 13.

STANY ZJEDNOCZONE

KOLEJNE ZADANIA

E-8 JSTARS (Joint Surveillance Target Attack Radar System) są przygotowywane do wykonywania nowego zadania – wykrywania małych, bezzałogowych statków powietrznych. Testy tego typu



E-8 JSTARS

NORTHROP GRUMMAN

przewodzą specjaliści z 605 Dywizjonu Eksperymentalnego z Melbourne na Florydzie przy współudziale specjalistów od oprogramowania z Northrop Grumman Aerospace Systems. Ich celem było sprawdzenie nowej wersji oprogramowania radaru, która ma umożliwiać wykrywanie nisko- i wolno lecących małych obiektów powietrznych nad wodą.

W przyszłości JSTARS będzie wykrywał małe BSP i samoloty ultralekkie, co pozwoli na skuteczniejsze kontrolowanie między innymi obszarów powietrznych położonych nad akwenami morskimi. Podczas lotów testowych załoga E-8 sprawdzała nie tylko sam system oraz możliwości radaru, również taktykę i procedury poszukiwania i postępowania przy wykrywaniu małych platform. ■

STANY ZJEDNOCZONE

SAMOLOT CEL QF-16

Bez pilota na pokładzie wystartował 19 września 2013 roku F-16C z bazy Tyndall na Florydzie. Samolot z pustą kabiną jest teraz zdalnie sterowanym celem latającym najnowszej generacji US Air Force. Podczas lotu, który trwał godzinę, przekroczył barierę dźwięku (1,47 Ma) i osiągnął pułap 12 kilometrów. Najtrudniejszy element lotu, czyli lądowanie, wykonał bez problemów i wylądował na lotnisku,



QF-16C

US NAVY

z którego wystartował. Był to pierwszy w historii bezzałogowy lot samolotu typu QF-16C.

Maszyny te będą przeznaczone do wykonywania zadań jako cele powietrzne, będą też pozorowały przeciwnika w powietrzu w czasie szkolenia pilotów zasiadających za sterami samolotów piątej generacji, takich jak F-22 i F-35. Program obejmuje 210–220 maszyn.

QF-16C będą wykonywać w trybie zdalnie sterowanym takie same manewry w powietrzu, jak myśliwce czwartej generacji z pilotem na pokładzie.

Do września 2013 roku do tego standardu zmodyfikowano już sześć maszyn. Wszystkie QF-16C są przekazywane do 53 Weapons Evaluation Group stacjonującej w bazie Tyndall na Florydzie. Będą wykorzystywane przez pilotów USAF, US Navy, Piechoty Morskiej oraz państw sojuszników⁵. ■

⁵ <http://www.defenseindustrydaily.com/qf-16s-look-ma-no-hands-06228/>. Info 24.09.2013.

STANY ZJEDNOCZONE

MQ-8C DLA US NAVY



MQ-8C Fire Scout

NORTHROP GRUMMAN

Dowództwo amerykańskiego lotnictwa morskiego poinformowało 19 lipca 2013 roku, że Northrop Grumman dostarczył pierwszy egzemplarz rozpoznawczego BSP pionowego startu i lądowania oznaczonego MQ-8C Fire Scout⁶. To większa wersja bardziej znanego bezzałogowego śmigłowca MQ-8B Fire Scout. Nowy wariant platformy oparto na konstrukcji lekkiego wielozadaniowego śmigłowca

ca Bell 407. Podczas przygotowywania większej wersji BSP wykorzystano doświadczenia z testów mniejszego MQ-8B. Próby MQ-8C potwierdzają kilka miesięcy. W 2014 roku planuje się praktyczne wykorzystanie operacyjne nowej maszyny.

W 2014 roku MQ-8C będzie bazować na pokładach fregat typu Oliver Hazard Perry oraz wielozadaniowych okrętów klasy LCS. Do tej pory mniejszą wersję platformy wykorzystywano do wsparcia działań służb porządku publicznego zaangażowanych w zwalczanie przemytu narkotyków w rejonie Karaibów.

Niewątpliwą zaletą tej wersji jest większa autonomiczność. Zwiększono długotrwałość lotu z 8 do 14 godzin i masę ładunku użytecznego z 80 do 320 kilogramów. ■

⁶ M. Stretly: *Development of Fire-X offers ISR Advanced*. "Jane's International Defence Review" 2013 nr 6, s. 38.

STANY ZJEDNOCZONE

„PANIC BUTTON” NA POKŁADACH F-16



F-16 z systemem antykolizyjnym

NASA

Urządzenia systemu automatycznego unikania kolizji z ziemią (Automatic Ground Collision Avoidance System – Auto-GCAS), tak zwany panic button, mają się pojawić w wyposażeniu samolotów F-16 w pierwszej połowie 2014 roku⁷. Przygo-

towano je w ramach współpracy US Air Force i koncernu Lockheed Martin. W przyszłości podobny sprzęt znajdzie się w samolotach typu F-22, F-35 i F/A-18.

System Auto-GCAS automatycznie wyprowadzi maszynę z toru lotu, gdy stwierdzi, na podstawie danych z sensorów, że doprowadzi on do kolizji z ziemią. Ma być wzbogacony o system automatycznie wyrównujący tor lotu samolotu, znany jako panic button. Urządzenie po wciśnięciu jednego przycisku wyprowadza maszynę do lotu poziomego z bezpieczną prędkością. ■

⁷ <http://www.flightglobal.com/news/articles/savings-in-aircraft-losses-swing-the-argument-in-favour-of-autogcas-390499/>. Info 13.09.2013.

STANY ZJEDNOCZONE

SCORPION – NOWA KONSTRUKCJA



Prototyp Scorpiona w trakcie prób

TEXTRON

Firma Textron Inc ujawniła stan prac związanych z budową taktycznego samolotu odrzutowego zaprojektowanego do wsparcia zgrupowań taktycznych wojsk lądowych prowadzących działania przeciwpartyzanckie, takich jak na przykład w Afganistanie. Nowy Scorpion, osiągający prędkości pod-

dźwiękowe, jest zbudowany z kompozytów i ma stosunkowo niewielką rozpiętość skrzydeł (14,4 m). Jego główne przeznaczenie to prowadzenie rozpoznania z zakresu ISR (Intelligence, Surveillance and Reconnaissance). Ma on ograniczone możliwości atakowania wybranych obiektów.

Zastosowane silniki mają zapewnić przewagę w stosunku do innych samolotów lekkich, między innymi pod względem zwiększonego zasięgu, prędkości i możliwości zabrania większego ładunku użytecznego. Te cechy klasyfikują tę konstrukcję lotniczą wśród szybkich samolotów osiągających prędkości poddźwiękowe. W tej kategorii świat ma na razie niewiele do zaproponowania⁸. ■

⁸ C. Lee: *Taxtron Airland unveils New Tactical jet for irregular warfare*. "Jane's Defence Weekly". 25.09.2013, s. 5.

STANY ZJEDNOCZONE

GRAY EAGLE PO LIFTINGU

Pierwszy wielozadaniowy BSP amerykańskich wojsk lądowych MQ-1C Gray Eagle był budowany pod dyktando specjalistów z tego rodzaju sił zbrojnych⁹. Gdy osiągnął obecny etap rozwoju, przeanalizowano wnioski z jego eksploatacji i dokonano niezbędnych poprawek. Zmiany mają pozwolić na wyeliminowanie błędów, jakie dostrzeżono podczas jego intensywnej eksploatacji w Afganistanie.

Pojawiły się problemy z silnikiem (wycieki oleju), które stały się powodem zniszczenia dwóch platform. Co ważne, BSP doposażono w urządzenie poprawiające możliwości współużytkowania przestrzeni powietrznej, razem z innymi statkami powietrznymi (Traffic Collision Avoidance System – TCAS). Prowadzono też rozmowy z FAA dotyczące możliwości użycia tych platform w przestrzeni powietrznej Stanów Zjednoczonych.

Po wielu zmianach w konstrukcji poprawiono jej długość trwania lotu – teraz może trwać od 45 do 48 godzin.



MQ-1C Gray Eagle

GENERAL DYNAMICS

Podczas typowej dla niego misji rozpoznawczej wynosi on do 25 godzin. Podwojono też masę ładunku użytecznego. Zwiększono o 50 procent ilość paliwa mieszczącego się w kadłubie platformy. ■

⁹ C. Lee: *Improved Gray Eagle makes maiden flight*. "Jane's International Defence Review" 2013 nr 9, s. 26.

HISZPANIA

WYBÓR SZWEDZKIEGO SKELDARA

W połowie 2013 roku hiszpańska marynarka wojenna potwierdziła, że będzie pierwszym użytkownikiem szwedzkich BSP pionowego startu V-200 Skeldar. 11 lipca 2013 roku uzgodniono warunki kontraktu wartego 2,5 miliona euro¹⁰. Szwedzkie BSP mają wejść do uzbrojenia hiszpańskiej marynarki wojennej do końca 2013 roku. Będą to pierwsze platformy bezałogowe w tym rodzaju sił zbrojnych. Serwisować ma je firma Saab.

O wygranie tego przetargu szwedzki producent śmigłowcowych BSP rywalizował ze znaną amerykańską firmą Insitu (ScanEagle) oraz hiszpańską Sener, oferującą austriackie BSP pionowego startu i lądowania S-100 Camcopter.

Skeldar jest elastycznym wielozadaniowym BSP, zdolnym do wykonywania zadań na lądzie i morzu. W ostatnim okresie po bezałogowe maszyny oprócz



SAAB

BSP pionowego startu V-200 Skeldar

Hiszpanii sięgnęli również Brytyjczycy (ScanEagle) i Francuzi (S-100). ■

¹⁰ B. Stevenson: *Spain selects Skeldar*. "Unmanned Vehicles" 2013 nr 8–9, s. 4.

HOLANDIA

BRZEMIENNA DECYZJA



JSS

Rząd holenderski poinformował 18 września 2013 roku, że zamierza ostatecznie zakupić 37 samolotów F-35 Lightning II Joint Strike Fighters (JSF)¹¹. Od 15 lat w Holandii toczyła się debata, dotycząca wymiany wysłużonych wielozadaniowych samolotów myśliwskich F-16 na maszyny bardziej nowoczesne. Na zakup nowych maszyn zaplanowano

sześć miliardów dolarów, które mają być dostępne od 2019 roku. Wcześniej planowano zakup dużo większej liczby nowoczesnych samolotów – 85 sztuk F-35. Na zmianę stanowiska strony holenderskiej niewątpliwie wpływ miał wzrost kosztów ich produkcji. Podjęcie tej trudnej decyzji wiąże się z ofertą sprzedaży dopiero co zbudowanego okrętu logistycznego (Joint Logistic Support Ship) dla marynarki wojennej. Jak widać, nawet stosunkowo bogata Holandia nie ma komfortu podczas podejmowania decyzji o wymianie samolotów dla swojej floty powietrznej. ■

¹¹ M. Stekete: *Netherlands to buy 37 F-35s, but axes JSF*. "Jane's Defence Weekly". 25.09.2013, s. 8.

Opracował płk dypl. rez. nawig.
JÓZEF MACIEJ BRZEZINA

Nauka w służbie bezpieczeństwa

W Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych we wrześniu odbyła się trzecia już Międzynarodowa Konferencja Naukowa poświęcona bezpieczeństwu portów lotniczych i ochronie lotnictwa przed aktami bezprawnej ingerencji.

Organizatorami spotkania były: Wydział Bezpieczeństwa Narodowego i Logistyki WSOSP; Przedsiębiorstwo Państwowe „Porty Lotnicze”; Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich Akademii Marynarki Wojennej; Wyższa Szkoła Informatyki, Zarządzania i Administracji w Warszawie; Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych; Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej; Zakłady Mechaniczne „Tarnów” SA wchodzące w skład Polskiego Holdingu Obronnego. Głównym partnerem technologicznym był концерн SAAB Sensis oraz Mawilux SA. Drugim poruszonym zagadnieniem było bezpieczeństwo operacji morskich i ochrona portów morskich.

W dziedzinie bezpieczeństwa portów lotniczych i ochrony lotnictwa przed aktami bezprawnej ingerencji uwagę skupiono na takich problemach, jak:

– prawne podstawy operacji lotniczych i morskich oraz bezpieczeństwo portów lotniczych i morskich;

- systemy zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie i na morzu;
- prawna i fizyczna ochrona infrastruktury portów lotniczych i morskich;
- ratownictwo lotnicze, lotniskowe i morskie;
- bezpieczeństwo w ruchu lotniczym – instytucje odpowiedzialne i ich kompetencje;
- działalność służb bezpieczeństwa w sytuacji zaistnienia bezprawnej ingerencji na pokładzie statku powietrznego;
- systemy monitorowania i nadzoru ruchu statków powietrznych;
- system nadzoru ruchu jednostek morskich;
- zarządzanie operacjami w portach lotniczych;
- obsługa statków powietrznych w portach lotniczych – działalność agentów handlingowych;
- czynnik ludzki i szkolenie personelu;
- zarządzanie kryzysowe w porcie lotniczym;
- kontrola bezpieczeństwa w portach lotniczych;



ARCHIWUM AUTORA (2)

FOT. 1. Komendant WSOSP w trakcie wygłaszania referatu otwierającego konferencję

– najnowsze rozwiązania techniczne w zarządzaniu bezpieczeństwem na lotnisku.

Konferencję otworzył rektor-komendant Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych gen. bryg. pil. dr hab. Jan Rajchel (fot. 1), który powitał gości, oraz przedstawił jej cele. Z kolei naczelny dyrektor Przedsiębiorstwa Państwowego „Porty Lotnicze”, dyrektor Lotniska Chopina w Warszawie mgr inż. Michał Marzec (fot. 2), odniósł się do zagrożeń w lotnictwie cywilnym, systemów i procedur bezpieczeństwa, jakie funkcjonują w zarządzanym przez niego porcie lotniczym, oraz przedstawił plany i perspektywy jego rozwoju.

Konferencja była połączona z wystawą sprzętu i najnowszych rozwiązań technologicznych w dziedzinie bezpieczeństwa lotniczego, syste-



FOT. 2. Wystąpienie dyrektora Przedsiębiorstwa „Porty Lotnicze”

mów nawigacyjnych i kontroli ruchu lotniczego, którą zorganizowała firma Mawilux SA. Z kolei Zakłady Mechaniczne „Tarnów” SA zaprezentowały strzelnicę kontenerową wraz z symulatorem do nauki strzelania oraz najnowsze typy broni strzeleckiej.

Obydwie wystawy wzbudziły bardzo duże zainteresowanie uczestników konferencji, studentów oraz żołnierzy jednostek wojskowych znajdujących się na terenie garnizonu.

Na konferencji wygłoszono 32 referaty poświęcone problematyce bezpieczeństwa i ochrony lotnictwa przed zagrożeniami. Łącznie zgłoszono ponad 50 referatów. Znajdą się one w specjalnie wydanej monografii. ■

płk dr Tadeusz Compa

O prawdę historyczną

**Jeśli pisze się historię, sięganie do źródeł
jest bezwzględny obowiązkim.**

W

„Przeglądzie Sił Powietrznych” nr 3 z 2013 roku opublikowano artykuł *To już 85 lat* autorstwa płk. rez. dr.

J. Zielińskiego, w którym nie wszystkie informacje są prawdziwe. Do nieścisłości tych zaliczam następujące uchybienia:

– nie jest prawdą, że w okresie PRL w „Przeglądzie Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej” nie można było publikować przysyłanych do redakcji niektórych materiałów odpowiadających zadaniom mandatowym czasopisma;

– nie jest prawdą, że dopiero po 1990 roku zaczęto publikować sylwetki lotników polskich walczących na Zachodzie;

– nie jest prawdą jakoby ewolucja miesięcznika nastąpiła dopiero po roku 1989;

– nie jest prawdą, że odszedłem z redakcji w roku 1990;

– redaktor J. Kopacz, który zmarł w redakcji na atak serca, miał stopień podpułkownika, a nie pułkownika, jak napisano w artykule.

Oświadczam, że zawsze dogadywałem się z cenzorem, by opublikować dany tekst bez uszczerbku merytorycznego dla jego treści. Nie mogłem tylko publikować w roku więcej niż siedem nazwisk dowódców lotniczych i miejscowości, gdzie leżą lotniska lub są dywizjony raket czy posterunki radiotechniczne.

Nie było ograniczeń w publikowaniu materiałów z historii lotnictwa, na przykład płk pil. W. Król w numerze 7/1972 opublikował artykuł *Polskie dywizjony myśliwskie w bitwie o Atlantyk*; mjr nawig. K. Natalli *Zasady użycia lotnictwa w Polsce przed II wojną światową*; płk nawig. A. Kurowski *Przygotowanie lotnictwa polskiego do wojny obronnej w 1939 r.* (w numerach 9 i 10 z 1974 r.). Za publikowanie artykułów o przedwojennym lotnictwie polskim, szczególnie „za sprawiedliwe ocenianie jego dowodzenia do 1939 roku” generał Ludomił Rayski przesłał mi z Londynu w 1975 roku swoją książkę z dedykacją.

Zatem pisanie, że dopiero od 1989 roku nastąpiła ewolucja w „Przeglądzie...” nie odpowiada prawdzie, bo miesięcznik był sukcesywnie modernizowany, zgodnie z potrzebami służby. Wprowadzono nowe działy: Kronika, Kalendarz lotniczy, Nowości wydawnicze, Nowości lotnicze, Sylwetki i opisy techniczne samolotów państw obcych, Wynalazczość, Z prasy lotniczej, Co piszą inni, Dział wychowanie, Korespondenci donoszą (od 1977 roku), Portrety zasłużonych lotników (i Lotnicy 30-lecia od 1975 r.). W sumie ponad 100 sylwetek ze zdjęciami.

Wśród tych sylwetek było kilkunastu lotników polskich z okresu międzywojennego i tych, którzy brali udział w walkach z Niemcami na Za-



AGNIESZKA KARACZUN

AUTOR ARTYKUŁU UHONOROWANY ZNAKIEM Wojskowego Instytutu Wydawniczego podczas uroczystości 85-lecia Przeglądu Sił Powietrznych

chodzie, między innymi płk nawig. A. Danieluk (walczył w 1939 roku – latał na bombowcu), płk pil. W. Król (5/1974), płk pil. W. Łokuciewski (6/1974), płk nawig. J. Lemieszonka (7/1974), płk pil. S. Skalski (7/1974).

Autor artykułu nie zauważył, że wprowadzono wywiady z generałami i dyskusje ze specjalistami (na przykład nawigatorami); że zmieniono szatę graficzną i sposób „łamania”; że prowadzono konkursy, w tym przez wiele lat coroczny konkurs dla słuchaczy Akademii Sztabu Generalnego WP pod tytułem „Wiedza busołą działania”. Nie zauważył też opracowania numerów monotematycznych o dęblińskiej szkole „Orląt”, o Wydziale Lotnictwa i OPK ASG, o ITWL.

Ekspozycja tematu ideowości „Przeglądu...”, w okresie gdy kierowałem redakcją, pomijając całkowicie przemiany, o których wyżej – jest trochę neofickie „po linii i na bazie” – czarna dziura 19 lat pracy redakcyjnej. Oczywiście zamieszczałem artykuły dowódców lub ich zastępców Wojsk Lotniczych i Wojsk OPK z okazji różnych rocznic i rozpoczęcia nowego

roku szkolenia. Dziś też pisze się o sojusznicych powiązaniach i zależnościach.

Ostatnia kwestia. Już trzeci raz przeczytałem w „Przeglądzie...”, że odszedłem z redakcji w 1990 roku – dwa razy interweniowałem, podając prawdziwą datę – bez skutku.

Niniejszym przypominam, co napisałem i opublikowałem na drugiej stronie okładki „Przeglądu...” nr 10/1992:

Wszystkim, z którymi miałem zaszczyt współpracować podczas 42-letniej służby w Lotnictwie Polskim, szczególnie tym, z którymi współtworzyłem „Przegląd Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej” w latach 1972–1991, składam – w związku z zakończeniem wojskowej służby zawodowej – serdeczne podziękowania.

Po latach przykro jest czytać o sobie i swojej pracy rzeczy nieprawdziwe. ■

płk w st. spocz. Kazimierz Steć

Przegląd Sił Powietrznych (The Air Force Review)

Dear Readers,

this month in "Przegląd Sił Powietrznych" (The Air Force Review) the opening article is about the work on the systems mounted on the unmanned platforms to prevent collisions with other aircraft.

The next article is about the implementation of an integrated command system of the Air Forces and NATO ACCS Air Defense, and presents its components in our country.

A complex perception of air defense of airbases is a subject of another article. The author, analyzing the threats for airbase personnel, focuses on the air enemy and gives his suggestions of how to counteract such threats. The next article presents the effects of organizational changes and characteristics of selected anti-aircraft weapons.

The Air Force Central Training Field is a specific training center characterized by the authors in another material. They further shortly outline the center's fire capabilities and describe its facilities.

The following article presents methods to unify and use airspace by military aviation. The SESAR program engages many EU members, and one of the program's propositions is a mission trajectory concept which is addressing the airspace user's intention in relation to a target, and should ensure greatest effectiveness of the tasks in en-route flights and while using airspace structures. The concept of mission trajectory has been created in response to the challenges of military needs not included in a business trajectory concept. The aim is to maintain or improve efficiency of such missions, making access to the airspace easier and increase flexibility and security.

Further on, there is an article about mounting anti-collision systems onboard aircraft which are required by international air traffic control organizations and imposed on aircraft producers. There is also a material on monitoring the fuselage of aircraft during exploitation by means of methods used in flight and ground aircraft servicing. The author concludes that another requirement should be considered while designing and developing an aircraft: pilot's situational awareness in relation not only to his/her immediate surroundings, but also to another aircraft.

Last but not least, there is an article about differences of materials for building aircraft, both civil and military ones.

Enjoy reading!

Editorial Staff



Tłumaczenie: Anita Kwaterowska

WARUNKI ZAMIESZCZANIA PRAC

Materiały (w wersji elektronicznej) do „Przeglądu Sił Zbrojnych” prosimy przesyłać na adres: Wojskowy Instytut Wydawniczy, Aleje Jerozolimskie 97, 00-909 Warszawa lub przeglad-sz@zbrojni.pl. Opracowanie musi być podpisane imieniem i nazwiskiem z podaniem stopnia wojskowego i tytułu naukowego. Należy również podać numery: NIP, PESEL, dowodu osobistego oraz konta bankowego, a także dokładny adres służbowy, prywatny i urzędu skarbowego oraz numer telefonu, datę i miejsce urodzenia, jak również imiona rodziców. Ponadto należy dołączyć zdjęcie z aktualnym stopniem wojskowym. W przypadku braku wymaganych danych nie będziemy mogli opublikować danego materiału. Instytut przyjmuje materiały opracowane w formie artykułów. Ich objętość powinna wynosić ok. 13 tys. znaków (co odpowiada 4 stronom kwartalnika). Rysunki i szkice należy przygotować zgodnie z wymaganiami poligrafii (najlepiej w programie Illustrator lub Corel), zdjęcia w formacie tiff lub jpeg – rozdzielczość 300 dpi. Należy podać źródła, z których autor korzystał przy opracowywaniu materiału. Niezamówionych artykułów Instytut nie zwraca. Zastrzega sobie przy tym prawo do dokonywania poprawek stylistycznych oraz skracania i uzupełniania artykułów bez naruszania myśli autora. Autorzy opublikowanych prac otrzymują honoraria według obowiązujących stawek. Oryginalne rysunki i zdjęcia zakwalifikowane do druku honoruje się oddzielnie.



*Radosnych świąt
Bożego Narodzenia,
odpoczynku w rodzinnym gronie
oraz wielu sukcesów
i spełnienia najskrytszych marzeń
w nadchodzącym
Nowym Roku życzy zespół
Wojskowego Instytutu Wydawniczego*

wiww



NUMER 4 | 2013 | PRZEGLĄD SIŁ POWIETRZNYCH