

Andrzej PAZUR, Sławomir MICHALAK, Jerzy BOROWSKI, Andrzej SZELMANOWSKI

MOŻLIWOŚCI NAHELMOWEGO ZOBRAZOWANIA INFORMACJI PILOTAŻOWO-NAWIGACYJNEJ W SAMOLOTACH MYŚLIWSKICH MiG-29 Z WYKORZYSTANIEM KOMPUTEROWEGO PRZETWARZANIA DANYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki prac analitycznych realizowanych w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych w zakresie możliwości nahałmowego zobrazowania informacji pilotażowo-nawigacyjnej i celowniczej w samolotach myśliwskich MiG-29. Wykazano, że informacja z systemów pokładowych tego samolotu, zawierających urządzenia analogowe, musi być komputerowo przetwarzana do postaci cyfrowej, aby mogła być prezentowana w systemie nahałmowego wyświetlania parametrów lotu. Do opracowania założeń do budowy systemu nahałmowego dla samolotu MiG-29 przyjęto system wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 Cyklop. Omówiono główne problemy naukowe i specjalistyczne stanowiska badawcze, wykorzystywane w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych do oceny dokładności wskazań wybranych urządzeń składowych systemów awionicznych oraz określania wiarygodności informacji przekazywanej pilotowi podczas lotu.

WSTĘP

Współczesne zachodnie systemy awioniczne stosowane na wojskowych statkach powietrznych wykorzystują cyfrowe systemy nahałmowego zobrazowania informacji pilotażowo-nawigacyjnej oraz celowniczej. Wspomagają one pracę pilota w czasie wykonywania zadania, ostrzegają o sytuacjach awaryjnych i niesprawnościach urządzeń (z instalacji pokładowych) jakie mogą wystąpić podczas lotu [1].

Systemy takie mogłyby być także stosowane na wojskowych statkach powietrznych eksploatowanych w Siłach Zbrojnych RP, wykorzystujących awionikę analogową, po zabudowie na nich zintegrowanych systemów awionicznych lub urządzeń dopasowujących sygnały analogowe do cyfrowego systemu wyświetlania danych pilotażowo-nawigacyjnych [2].

Jednym z wojskowych samolotów wielozadaniowych poddanych modernizacji w zakresie wyposażenia w nowoczesną awionikę cyfrową, jest „radziecki” samolot myśliwski MiG-29 (fot. 1.) eksploatowany w Siłach Zbrojnych RP.



Fot. 1. Widok wielozadaniowego samolotu wojskowego typu MiG-29A [materiał ITWL, 2015]

Samolot MiG-29 został wyposażony m.in. w nową radiostację lotniczą, wyświetlacz wielofunkcyjny MFCD, pulpit wprowadzania danych UFCP, nowoczesną platformę nawigacyjną EGI (INS+GPS) oraz komputer misji MDP. Nowy system awioniczny zbudowany został na bazie cyfrowej magistrali danych MIL-1553B.

Otwarta architektura systemu awionicznego pozwala na dalszy rozwój tego samolotu, a w szczególności modyfikację systemu uzbrojenia. Wykorzystanie komputerowego przetwarzania danych daje możliwości nahałmowego zobrazowania informacji pilotażowo-nawigacyjnej lub celowniczej na samolocie MiG-29 [3].

1. URZĄDZENIA POKŁADOWE SAMOLOTU MiG-29 JAKO ŹRÓDŁA INFORMACJI PILOTAŻOWO-NAWIGACYJNEJ DLA SYSTEMU NAHELMOWEGO

Wersja podstawowa wyposażenia nawigacyjnego samolotu MiG-29A (fot. 2.) obejmuje m.in.: klasyczną (giroskopową) platformę nawigacji inercyjnej IK-WK z systemem nawigacyjnym C-050. W skład wyposażenia celowniczego wchodzi wskaźnik przezierny ILS-31 z kolimatorowym projektowaniem obrazu oraz system KOŁS (13SM), stanowiący połączony dalmierz laserowy i termonamiernik, który współpracuje z helmfonowym układem wskazywania celu Szcz-3UM, nakładanym na hełm pilota [4].



Fot. 2. Widok samolotu wojskowego typu MiG-29 z zabudowanymi urządzeniami pokładowymi [materiał ITWL, 2013]

Do najważniejszych przyrządów pilotażowo-nawigacyjnych zabudowanych w kabinie samolotu MiG-29 w wersji podstawowej (fot. 3.) należą: wskaźnik wysokości UW-30-2F (WBM-2F-PB dla wersji MiG-29UB), wskaźnik prędkości rzeczywistej i liczby Macha UMS-2,5-2U (US-1250E dla wersji MiG-29UB), wskaźnik prędkości rzeczywistej USM-2E. W zakresie przyrządów nawigacyjno-

celowniczych do najważniejszych należą: wskaźnik przezierny ILS-31, przyrząd pilotażowo-dyrektywny KPP-1273-SI i przyrząd pilotażowo-nawigacyjny PNP-72-12 [5].



Fot. 3. Widok kabiny samolotu wojskowego MiG-29 z zabudowanymi wskaźnikami analogowymi [materiał ITWL, 2013]

Jednym z systemów pokładowych samolotu MiG-29 bezpośrednio współpracujących z pilotem jest helmofonowy układ wskazywania celu Szcz-3UM (fot. 4.), który wspomaga pilota w zakresie użycia uzbrojenia kierowanego (pociski raketowe naprowadzane na podczerwień). System ten stanowi wersję zubożoną nowoczesnego nahałmowego systemu celowniczego [3], który oprócz danych celowniczych przedstawia parametry pilotażowo-nawigacyjne.

Działanie systemu Szcz-3UM w trybie wskazywania celu polega na tym, że po wykryciu celu (na kursie bojowym) pilot przez krótką chwilę naciska przycisk „STEROWANIE BRAMKĄ - DALMIERZ LASEROWY” na drążku sterowym samolotu. W wyniku czego „komputer pokładowy” (EMC) kształtuje komendę do włączenia systemu KOŁS. Celowanie realizowane przez pilota polega na pokryciu znacznika (krzyża celowniczego) z celem widocznym na okularze układu Szcz-3UM. Po potwierdzeniu przechwycenia celu przez głowicę pocisku raketowego, pilot naciska dźwignię przycisku bojowego [4].



Fot. 4. Widok hełmu pilota samolotu MiG-29 z helmofonowym systemem celowniczym Szcz-3UM [materiał ITWL, 2008]

Helmofonowy układ wskazywania celu Szcz-3UM posiada kanał określania położenia kąтового (azymutu i elewacji) hełmu pilota względem kabiny samolotu (trzy diody świecące i pryzmaty wielościenne) oraz kanał zobrazowania informacji celowniczej (projektor i okular ze szkłem półprzezroczystym zabudowany na przystawce).

Szczególnie ważne są informacje prezentowane pilotowi na okularze celownika (fot. 5.), wśród których znajdują się siatki: pierścień celowniczy i krzyż celowniczy (z linią ciągłą lub przerywaną w zależności od śledzenia lub przechwycenia celu).

Sygnaly jednostazowe	"Sa"	"ZTR"	"NOP"	"PR"
Pierścien celowniczy (lampa L1)				
Krzyż celowniczy (lampa L2)		1,0s0,3 Hz	1,0s0,3 Hz	1,0s0,3 Hz

Fot. 5. Widok sposobu zobrazowania siatek w polu widzenia pilota z systemu celowniczego Szcz-3UM na samolocie MiG-29 [4]

2. MOŻLIWOŚCI NAHAŁMOWEGO WYŚWIETLANIA INFORMACJI PILOTAŻOWO-NAWIGACYJNEJ Z SYSTEMÓW POKŁADOWYCH SAMOLOTU MIG-29

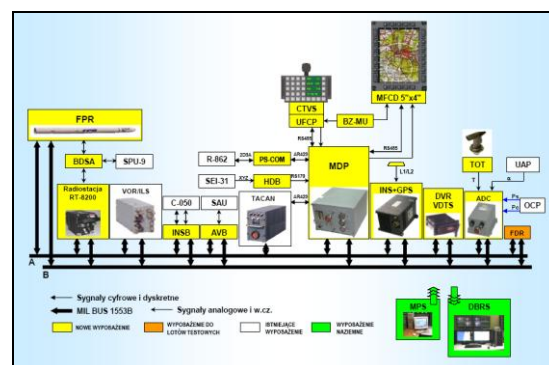
W procesie eksploatacji samolotów MiG-29 w Siłach Zbrojnych RP od 1989 roku jego wyposażenie awioniczne ulegało zmianie. Wstępne doposażenie samolotów MiG-29, wykonane w WZL-2 Bydgoszcz S.A., obejmowało zabudowę m.in.: świateł antykolizyjnych, systemu TACAN i GPS (prace zakończone w 2001 r.), systemu VOR/ILS (prace zakończone w 2005 r.) oraz dodatkowej radiostacji lotniczej RS6107 (prace zakończone w 2010 r.).

Następne etapy to gruntowna modernizacja (podstawowa i rozszerzona) wyposażenia awionicznego samolotu w zintegrowany system awioniczny na bazie cyfrowej magistrali danych według standardu MIL-1553B [3].

2.1. Modernizacja wyposażenia pokładowego i kabiny samolotu MiG-29 – wersja podstawowa

W ramach podstawowej modernizacji wyposażenia pokładowego samolotów MiG-29, realizowanej w WZL-2 Bydgoszcz S.A. w latach 2011–2014 [3], wykonano m.in. zabudowę komputera misji MDP, nowego wyświetlacza cyfrowego w postaci monitora wielofunkcyjnego MFCD oraz pulpitu UFCP do wprowadzania danych. Zabudowano laserową platformę nawigacji inercyjnej EGI (układ INS+GPS z zabudowanym modulem SAASM), komputer danych aerodynamicznych ADC (z nadajnikiem TOT) oraz 2-zakresową radiostację UHF/VHF z systemem HQ I/II i SATURN wraz z pulpitem PS-COM-01 dla radiostacji R-862.

Podstawą doposażenia samolotu MiG-29 w zakresie wyposażenia kabiny był zintegrowany system awioniczny (rys. 1.), opracowany na potrzeby dołączenia nowych urządzeń m.in. radionawigacyjnych oraz zobrazowania za pomocą monitora wielofunkcyjnego MFCD [3].



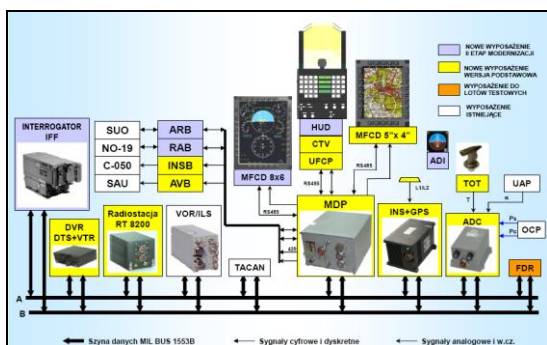
Rys. 1. Schemat blokowy sposobu integracji urządzeń awionicznych dla samolotu MiG-29 w ramach podstawowej modernizacji wyposażenia pokładowego [3]

Nowe urządzenia awioniczne zostały zintegrowane na bazie cyfrowej szyny danych MIL-1553B (z interfejsami INSB-29, AVB-29 i HDB-29). Unowocześnienie wyposażenia samolotu objęło także zabudowę cyfrowego systemu rejestracji audio i wideo DVR z kamerą CTV dla zobrazowania wskaźnika przeziernego ILS-31 oraz

zabudowę cyfrowego bloku 2E-ME systemu zintegrowanego układu kontroli i ostrzegania EKRAN. Dokonano modernizacji systemu KOŁS (13M) zwiększając zasięg pomiaru odległości do celu (w powietrzu z 3.000 m do 6.000 m, na ziemi z 5.000 m do 10.000 m).

2.2. Modernizacja wyposażenia pokładowego i kabiny samolotu MiG-29 – wersja rozszerzona

W drugim etapie modernizacji samolotu MiG-29 (rys. 2.) w wersji rozszerzonej, zaplanowanej do realizacji, przewidziane zmiany obejmują zabudowę dodatkowych urządzeń oraz systemów m.in.: wskaźnika przeziernego HUD, drugiego monitora wielofunkcyjnego MFCD, interrogatora IFF, systemu teletransmisji danych DATA LINK, awaryjnego sztucznego horyzontu ADI, systemu sterowania HOTAS oraz interfejsów sprzęgających pokładową stację radiolokacyjną NO-19 [3].



Rys. 2. Schemat blokowy sposobu integracji urządzeń awionicznych dla samolotu MiG-29 w ramach rozszerzonej modernizacji wyposażenia pokładowego [3]

Natomiast wstępna propozycja trzeciego etapu doposażenia tego samolotu (wersja maksymalna) obejmowałaby m.in. zabudowę lub modernizację dodatkowych systemów pokładowych poprzez zabudowę m.in.: nowej stacji radiolokacyjnej (np. APG-68) i nowego systemu ostrzegającego o opromieniowaniu (np. AN/ALR-94). Jako alternatywa, rozważana jest głęboka modernizacja stacji radiolokacyjnej NO-19 i komputera pokładowego pod kątem wykorzystania zachodnich środków bojowych m.in.: kierowanych pocisków rakietowych typu AIM-9X SIDEWINDER, AIM-120C-5 AMRAAM, AGM-65G2 MAVERICK.

Korzyści wynikające z rozbudowy zintegrowanego systemu awionicznego na samolocie MiG-29 to przede wszystkim poprawa komfortu pracy pilota oraz zwiększenie świadomości sytuacyjnej i taktycznej pilota, dzięki której ma on bardziej przejrzystą wizualizację wskazań w kabinie, która nabyła cechy technologii „glass cockpit” [6]. Takie rozwiązanie zapewnia pełną kontrolę nad systemami pokładowymi i daje możliwość wymiany informacji w tzw. sieciocentrycznym systemie dowodzenia, gdzie głównym zadaniem jest bezpośrednie wsparcie pilota w procesie przetwarzania informacji i realizacji zadania bojowego.

W związku z planowaną eksploatacją samolotów MiG-29 w lotnictwie Sił Zbrojnych RP do 2028 r., zaistniała konieczność unowocześnienia tych samolotów tak, aby były one w większym zakresie dostosowane do współczesnych samolotów bojowych państw NATO [3].

Jednym z widocznych elementów takiej modernizacji jest zmiana w wyposażeniu kabiny samolotu MiG-29 (fot. 6.) poprzez zabudowę np. drugiego monitora wielofunkcyjnego.

Od jakości i czytelności zobrazowania parametrów pilotażowo-nawigacyjnych i celowniczych odbieranego przez pilota w czasie lotu zależy bezpieczne wykonanie zadania bojowego.



Fot. 6. Widok wnętrza kabiny samolotu wojennego MiG-29 po modernizacji w awionikę cyfrową [materiał ITWL, 2013]

3. PROPOZYCJA ITWL W ZAKRESIE SYSTEMU NAHELMOWEGO WYŚWIETLANIA INFORMACJI PILOTAŻOWO-NAWIGACYJNEJ DLA SAMOLOTU MYŚLIWSKIEGO MiG-29

Samoloty wojskowe przeznaczone do wykonywania różnorodnych zadań bojowych, takie jak MiG-29, powinny być wyposażone w systemy zobrazowania przeziernego HUD i zobrazowania nahełmowego HMD/HMCS, współpracujące z systemem uzbrojenia i pozyskiwania danych o celu. W kabinie współczesnego samolotu wojskowego dane pilotażowo-nawigacyjne i celownicze oraz wyniki kontroli stanu technicznego wybranych systemów pokładowych zobrazowywane są na tle obserwowanego terenu na wskaźniku przeziernym HUD, monitorach wielofunkcyjnych lub na wyświetlaczu nahełmowym HMD.

Wyposażenie takie stanowi nowoczesny system dialogowy pilota, na którym wyświetlane jest minimum niezbędnych informacji, dopasowanych do każdego zadania realizowanego w czasie lotu.

Przykładem jest system nahełmowego wyświetlania parametrów lotu i danych celowniczych klasy JHMCS [7] przeznaczony m.in. dla samolotów F-16 eksploatowanych w Siłach Powietrznych RP. System zawiera wyświetlacz nahełmowy oraz blok integracji elektronicznej przy wykorzystaniu szyny MIL-STD-1553B, blok zasilacza niskonapięciowego, blok obliczeń linii wizowania oraz blok generacji symboli graficznych i komunikatów.

System ten oprócz wyświetlania parametrów lotu otrzymywanych z systemów pokładowych, przeznaczony jest do śledzenia celu i wykrywania zagrożenia w przedniej półsfery bez względu na kierunek zwrócenia głowy pilota.

Zaletą systemu JHMCS jest właściwość współpracy z zasobnikami podwieszanymi nawigacyjno-celowniczymi i uzbrojenia (np. LATRIN). Zasobnik umożliwia pilotowi wykonywanie lotu na małej wysokości (automatycznie śledząc rzeźbę terenu) zarówno w dzień jak i w nocy przy wykorzystaniu obrazu pozyskiwanego z głowicy obserwacyjno-celowniczej [7].

Na podstawie analizy tendencji w rozwoju wyposażenia kabin samolotów wojskowych [1, 7] oceniono, że zastosowanie wyświetlaczy nahełmowych stanowi nowy, bardzo ważny etap w sposobie zobrazowania informacji i dlatego przedstawiono propozycję takiego rozwiązania systemu dla samolotu MiG-29.

Wprowadzenie wyświetlacza nahełmowego do kabiny samolotu spowoduje, że pilot nie będzie musiał ciągle przenosić wzroku na tablice przyrządów dla obserwacji podstawowych informacji o parametrach pilotażowo-nawigacyjnych i systemu uzbrojenia.

Zastosowanie wyświetlacza nahełmowego HMD pozwoli na uzyskanie możliwości jednoczesnej obserwacji przestrzeni wokół samolotu i kontroli parametrów jego lotu.

System dialogowy zintegrowanego systemu awionicznego zminimalizuje potrzebę odrywania rąk pilota od organów sterowania lotem poprzez zastosowanie rozwiązań typu HOTAS.

3.1. Propozycja systemu nahlmowego zobrazowania danych – wersja podstawowa

W Polsce prace nad budową nahlmowego systemu wyświetlania informacji pilotażowo-nawigacyjnej podjęto w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych we współpracy z Przemysłowym Centrum Optyki S.A. oraz Wojskowymi Zakładami Lotniczymi WZL-1 Łódź S.A. Zabudowywany na śmigłowcach Mi-17-1V nahlmowy system wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 Cyklop [2] umożliwia pilotowanie śmigłowca zarówno w dzień jak i w warunkach nocnych (przy wykorzystaniu gogli noktowizyjnych) bez konieczności ciągłego spoglądania na tablice przyrządów. Oceniono, że modyfikacja tego systemu może stanowić podstawę do budowy nahlmowego systemu celowniczego dla samolotu MiG-29. Przyjęty ogólny schemat funkcjonalny nahlmowego systemu celowniczego dla samolotu MiG-29 obejmuje następujące funkcje: zobrazowanie przeziernie podstawowych parametrów pilotażowo-nawigacyjnych i celowniczych, zobrazowanie przeziernie informacji z kontroli podstawowych urządzeń i systemów pokładowych oraz zobrazowanie przeziernie wybranych informacji z systemu uzbrojenia. Dodatkowo w trybie nieprzeziernym mogą być wyświetlane informacje z nadajników obrazowych, takich jak głowica obserwacyjno-celownicza, stacja radiolokacyjna, radar pogodowy, generator obrotowej mapy cyfrowej, zobrazowanie sytuacji taktycznej otrzymywanej z naziemnego systemu kontroli.

Proponowany system nahlmowy dla samolotu MiG-29 w swojej wersji podstawowej zawiera nahlmowy wyświetlacz dziennie-nocny WDN-1 oraz zmodyfikowany komputer graficzny KG-1M z modulem szyny MIL-1553B i układem dopasowania sygnałów UDS-1M do przetwarzania sygnałów z systemu KOŁS (urządzenia opracowywane w ITWL). Komputer KG-1M przewidziany jest do zarządzania trybami zobrazowania oraz komunikacji ze zintegrowanym systemem awionicznym samolotu, natomiast do wybierania trybów pracy systemu przewidziane są pulpity sterowania.

Wyświetlacz nahlmowy pilota WDN-1 (fot. 7.) może pracować tylko w trybie przeziernym, obrazując podstawowe parametry pilotażowo-nawigacyjne oraz dane celownicze, tak jak dotychczasowy układ wskazywania celu Szcz-3UM (pierścień i krzyż celowniczy). W warunkach nocnych wyświetlacz nahlmowy może współpracować z goglami noktowizyjnymi.



Fot. 7. Widok hełmu dla samolotu MiG-29 z przeziernym wyświetlaczem nahlmowym WDN-1 dla systemu nahlmowego w wersji podstawowej [materiał ITWL, 2015]

Zobrazowanie na nahlmowym wyświetlaczu przeziernym WDN-1 zawiera m.in. planszę parametrów pilotażowo-nawigacyjną

(wyświetlaną w trybie nawigacyjnym NAV), pierścień i krzyż celowniczy (w trybie ATAK). Dla zapewnienia wiarygodności parametrów pilotażowo-nawigacyjnych przewidziano tryb TEST (obok trybu awaryjnego). W trybie TEST (dostępnym tylko na ziemi) realizowane jest sprawdzenie poszczególnych torów przetwarzania informacji (danych) oraz ich kalibracja (dodatkowe plansze).

Dodatkowo do wyznaczania położenia kąтового hełmu względem kabiny samolotu system nahlmowy może wykorzystywać dotychczasową przystawkę nahlmową układu Szcz-3UM lub elementy systemu NSC-1 Orion, zbudowanego w ITWL dla śmigłowca W-3PL „Głuszc” [8].

3.2. Propozycja systemu nahlmowego zobrazowania danych – wersja rozszerzona

W wersji rozszerzonej system nahlmowego wyświetlania parametrów lotu i danych celowniczych posiadałby zobrazowanie przeziernie i nieprzeziernie, prezentowane na wizjerze hełmu pilota. Zobrazowanie nieprzeziernie, zarówno w warunkach dziennych jak i nocnych byłoby realizowane z wykorzystaniem obrazu otrzymywanego z głowicy obserwacyjno-celowniczej (alternatywnie zobrazowanie ze stacji radiolokacyjnej) z nałożonymi podstawowymi parametrami lotu.

Dodatkowo realizowane byłyby szczegółowe funkcje i symbole zobrazowania przeznaczone oddzielnie dla pilota-ucznia oraz pilota-instruktora (dla samolotu MiG-29 w wersji dwumiejscowej).

Zobrazowanie przeziernie systemu nahlmowego (fot. 8.) proponowanego dla samolotu MiG-29 w trybie pilotażowo-nawigacyjnym (NAV) zawierałoby elementy graficzne zgodne z symboliką wskaźnika HUD m.in.: wskazania wysokościomierza i prędkościomierza, wskazania kąta natarcia, pochylenia, przechylecia, wskazania kursu bieżącego i zadanego, stan środków uzbrojenia, parametry wybranych elementów zespołu napędowego oraz komendy wystąpienia niesprawności i sytuacji awaryjnych na pokładzie samolotu.



Fot. 8. Widok hełmu dla samolotu MiG-29 ze zobrazowaniem na wizjerze nahlmowego systemu zobrazowania w wersji rozszerzonej [materiał ITWL, 2015]

W trybie wskazywania celu (ATAK) pilot na planszy miałby zobrazowanie zredukowane, obejmujące tylko wybrane parametry pilotażowo-nawigacyjne tj. prędkość i wysokość lotu, kurs samolotu – szczególne znaczenie mają dane celownicze (pierścień i krzyż celowniczy oraz odległość i oznaczenie celu). Plansza zobrazowania nieprzeziernego dla systemu nahlmowego w trybie operacyjnym (OPER) przeznaczona dla drugiego pilota samolotu MiG-29 w wersji dwumiejscowej, może zawierać obraz pozyskany z głowicy obserwacyjno-celowniczej wykorzystującej zestaw kamer (telewizyjnej dziennej i noktowizyjnej) lub obrazu ze stacji radiolokacyjnej. Na zobrazowanie to mogą być nałożone elementy graficzne zgodne z

symboliką wskaźnika HUD m.in.: dane pilotażowo-nawigacyjne, dane z dalmierza laserowego dla środka bojowego naprowadzane go nahałmowo oraz dodatkowe informacje z rozpoznania celu (z pokładowych systemów uzbrojenia i rozpoznania).

PODSUMOWANIE

Modernizacja wyposażenia kabiny samolotów MiG-29 wykonywana w Polsce przez WZL-2 S.A., jest obecnie skupiona na budowie tzw. „szklanego kokpitu” z zabudowanym zintegrowanym systemem awionicznym. Jednym z elementów tej modernizacji może być nowoczesny system nahałmowego zobrazowania parametrów pilotażowo-nawigacyjnych (w wersji podstawowej) lub nahałmowy system celowniczy (w wersji rozszerzonej).

Proponowany dla samolotów MiG-29 system nahałmowego zobrazowania danych pilotażowo-nawigacyjnych i celowniczych w zakresie integracji bazuje na zbudowanym w ITWL nahałmowym systemie wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 Cyclop z cyfrowym przetwarzaniem informacji pilotażowo-nawigacyjnych (dedykowany głównie dla śmigłowców Mi-17 eksploatowanych w Siłach Zbrojnych RP). System SWPL-1 umożliwia bezpośrednie zobrazowanie parametrów pilotażowo-nawigacyjnych śmigłowca przed okiem pilota, co umożliwia sterowanie śmigłowcem z jednoczesnym odczytem parametrów lotu i obserwacją otoczenia.

System sygnalizuje zarówno w dzień jaki i w nocy ostrzeżenia o sytuacjach awaryjnych oraz niesprawnościach, które mogą wystąpić podczas lotu. Informacje zobrazowane są w postaci symboli graficznych i cyfrowych. Doświadczenia zdobyte przy budowie systemu SWPL-1 wykazały, że możliwe jest zbudowanie systemu nahałmowego dla samolotu MiG-29 oraz jego dopasowanie do istniejącego już wyposażenia.

Doświadczenia ITWL zdobyte przy budowie systemu SWPL-1 wykazały, że możliwe jest zarówno zbudowanie takiego systemu dla nowego statku powietrznego (z nową awioniką), jak i jego dopasowanie do istniejącego już wyposażenia (z awioniką analogową). W obu przypadkach ważne jest jednak, z uwagi na właściwości percepcyjne pilota, zachowanie takich samych wskazań dla informacji otrzymywanej z różnych źródeł (analogowych i cyfrowych), a określającej ten sam parametr pilotażowy lub nawigacyjny.

Zachowanie tego warunku daje pilotowi poczucie zaufania do systemu i powoduje, że odczytywana przez pilota informacja jest dla niego wiarygodna.

Jedną z większych zalet architektury systemu awionicznego zmodernizowanego na samolocie MiG-29 z użyciem szyny MIL-1553B jest otwarta architektura co pozwala na dalszą rozbudowę, m.in. zabudowę nowoczesnego nahałmowego systemu celowniczego. Zmodernizowany system awioniczny samolotu MiG-29 umożliwia wprowadzenie nowego w pełni cyfrowego systemu nahałmowego wyświetlania parametrów lotu i parametrów celowniczych z systemu uzbrojenia.

Wprowadzenie na pokład samolotu cyfrowej magistrali danych MIL-1553B pozwala na zasilanie systemu nahałmowego w informację pilotażowo-nawigacyjną i celowniczą o dużej precyzji, wymaganej do sterowania pokładowym uzbrojeniem kierowanym m.in. raketami klasy „powietrze-powietrze”.

Wprowadzenie systemu zobrazowania nahałmowego na pokład samolotu zwiększy zakres zastosowania m.in. w nauce pilotażu i użycia uzbrojenia, umożliwiając podstawowe szkolenie taktyczne oraz wprowadzenie personelu latającego do zaawansowanego szkolenia bojowego.

Dodatkowym atutem wprowadzenia nahałmowych systemów celowniczych jest możliwość zdobycia przez pilota doświadczenia w użytkowaniu systemów cyfrowych zanim zasiądzie on za sterami

nowego, „w pełni skomputeryzowanego” samolotu bojowego nowej generacji (np. samolotu wielozadaniowego typu F-22 lub F-35).

BIBLIOGRAFIA

1. Materiały reklamowe firmy Vision Systems International, *World Leader In Tactical Aircraft Helmet Mounted Display Systems*. San Jose 2012.
2. Borowski J., *System wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 dla śmigłowców Mi-17. Opis techniczny i instrukcja użytkownika*. BT ITWL, Warszawa 2011.
3. Materiały reklamowe Wojskowych Zakładów Lotniczych nr 2 w Bydgoszczy, *Propozycja modernizacji samolotów MiG-29*. WZL-2 S.A., Bydgoszcz 2012.
4. Dowództwo Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, *Samolot MiG-29. Helmofoonowy układ wskazywania celu Szcz-3UM. Opis techniczny i działanie*. WLOP 124/92, Poznań 1993.
5. Dowództwo Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, *Samolot MiG-29. Przyrządy pokładowe i pokładowe urządzenia kontroli. Opis techniczny i działanie*. WLOP 8/90, Poznań 2004.
6. Endsley M.R., *Flight Crews & Modern Aircraft in Search of Situation Awareness*. Royal Aeronautical Society, London 2000.
7. Materiały reklamowe firmy Lockheed Martin, *A new technology of Joint Helmet Mounted Cueing System for F-16 aircraft*. Bethesda 2009.
8. Szelmanowski A., *Nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym*. Wydawnictwo ITWL, Warszawa 2013.

POSSIBILITIES CONCERNING THE HELMET-MOUNTED IMAGING OF THE FLIGHT AND NAVIGATION INFORMATION IN THE MiG-29 AIRCRAFT WITH THE USE OF COMPUTER DATA PROCESSING

Abstract

The paper presents results of the analytical work carried out at the Air Force Institute of Technology (AFIT) in the field of possibilities concerning the helmet-mounted imaging of the flight, navigation and targeting information in the MiG-29 aircraft. It has been shown that the information from this aircraft's on-board systems which contain analog devices, has to be processed by a computer into digital form in order to be presented in the helmet-mounted display system. To develop the guidelines for the construction of the helmet-mounted display system for the MiG-29 aircraft, the SWPL-1 flight data display system (Cyclops) has been adopted. The main scientific problems and specialist test benches used in the AFIT to assess the accuracy of selected devices of avionics systems and determine the reliability of information provided to the pilot during the flight are discussed.

Autorzy:

dr inż. **Andrzej Pazur** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
w Warszawie, Zakład Awioniki

dr inż. **Sławomir Michalak** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
w Warszawie, Zakład Awioniki

dr inż. **Jerzy Borowski** – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych
w Warszawie, Zakład Awioniki

dr hab. inż. **Andrzej Szelmanowski** – Instytut Techniczny Wojsk
Lotniczych w Warszawie, Zakład Awioniki