

PAZUR Andrzej¹
 SZELMANOWSKI Andrzej
 SIEKIERSKA Ewelina

Możliwości i potrzeby prezentacji danych łączności radiowej w hełmowych systemach celowniczych stosowanych w środkach transportu lotniczego

Nahelkowe systemy celownicze, systemy awioniczne, łączność radiowa

Streszczenie

Współczesne zintegrowane systemy awioniczne obejmują m.in. hełmowe systemy prezentacji danych, których głównym zadaniem jest poprawa świadomości sytuacyjnej pilota na współczesnym polu walki. Zupełnie nowym problemem związanym z hełmowym zobrazowaniem danych jest wykorzystanie zobrazowania informacji otrzymywanej z systemów łączności radiowej. Elektroniczna (komputerowa) integracja poszczególnych urządzeń tworzących system awioniczny wykorzystuje cyfrowe szyny danych, w których informacja (w tym parametry pracy radiostacji, sygnały alarmowe, komendy radiowe, dane o celu) lub zdjęcia celu podawana może być bezpośrednio „przed oczy” pilota w systemach zobrazowania hełmowego. W referacie omówiono wyniki wstępnych analiz podobnych prac prowadzonych w Polsce (m.in. przez ITWL i BUMAR ŻOŁNIERZ S.A.) w ramach modernizacji śmigłowców wojskowych z awioniką analogową (m.in. Mi-8, Mi-17, Mi-24). Jednym z podstawowych pojawił się problem sposobu pozyskiwania danych z dotychczas eksploatowanych radiostacji analogowych oraz ich przetwarzania do wersji cyfrowej i zobrazowania monitorowego lub hełmowego (wg standardu tzw. GLASS COCKPIT).

PRESENTATION OF RADIO COMMUNICATION DATA IN HELMET-MOUNTED SIGHT AND DISPLAY DEVICES USED IN AIR TRANSPORT SYSTEMS – POSSIBILITIES AND NEEDS

Abstract

Modern integrated avionic systems include, among other designs, helmet-mounted display systems with their most essential objective of improving pilot's situational awareness on the contemporary battlefield. Another HMD-related issue, and quite a fresh one, is applicability of radio communication systems delivered information/data. The electronic (computer-based) integration of particular devices that build up an avionic system makes use of digital data buses, where information (including the radio station's operating parameters, alarm signals, radio commands, data/images/photos of the target) may be put directly before the eyes of a pilot furnished with the HMD system. Primary analyses of similar efforts, e.g. those made by ITWL and BUMAR ŻOŁNIERZ S.A., undertaken in Poland to upgrade military helicopters carrying analogue avionics (e.g. the Mi-8, Mi-17, and Mi-24 ones) have been discussed in the paper. One of the most fundamental issues in this field is how to collect data from the hitherto used analogue radio stations, digitise it, and present on the monitor or the HMDS's displays (following the GLASS COCKPIT standard).

1. WPROWADZENIE

Współczesne zintegrowane systemy awioniczne obejmują m.in. hełmowe systemy celownicze. Przykładem jest hełm myśliwca F-35, który umożliwia pilotowi patrzenie dosłownie przez kadłub samolotu. Mimo, że urządzenie nie wykorzystuje promieni rentgena, system HMDS (ang. Helmet-Mounted Display System) odpowiednio dopasowuje obraz z zestawu kamer DAS (ang. Distributed Aperture System), umieszczonych na zewnątrz samolotu. Dzięki niemu pilot bez konieczności odwracania głowy, otrzymuje obraz całego otoczenia statku powietrznego. Spojrzenie w dół powoduje, że wyświetlacz HMDS pokazuje obraz poniżej kadłuba samolotu. Funkcja ta jest niezbędna nie tylko w walce, ale także podczas lądowań na pokładzie lotniskowca oraz w czasie nocnych lądowań pionowych. Ze względu na możliwość precyzyjnego śledzenia głowy i małe opóźnienia przetwarzania grafiki, wszystkie informacje zapewnia wskaźnik przezierny HUD (ang. Head-Up Display). W rezultacie, samolot wielozadaniowy F-35 z hełmowym systemem celowniczym jest pierwszym myśliwcem taktycznym bez wskaźnika przeziernego HUD [1].

Nahelkowe systemy celownicze umożliwiają nie tylko bezpośrednie (tj. wyświetlane przed oczami pilota) informowanie o parametrach nawigacyjnych i sterowania uzbrojeniem ale także podają komendy dyrektywne nakazujące czynności niezbędne dla wykonania zadania lub ostrzeżenia o sytuacjach awaryjnych lub niesprawnościach (otrzymywane z systemów kontroli stanu technicznego statku powietrznego). Zupełnie nowym problemem związanym z hełmowym zobrazowaniem danych jest wykorzystanie informacji otrzymywanej z systemów łączności radiowej (cywilnej i wojskowej). Elektroniczna (komputerowa) integracja poszczególnych urządzeń tworzących system awioniczny wykorzystuje cyfrowe szyny danych, w których informacja (w tym parametry pracy radiostacji, sygnały alarmowe,

¹Air Force Institute of Technology, POLAND;
 Warsaw 01-494, Księcia Bolesława 6. Phone: +48 22 685-10-43, 685-12-03, Fax: +48 22 685-10-43
 E-mail: andrzej.pazur@itwl.pl

komendy radiowe, dane o celu lub zdjęcia celu) podawana może być bezpośrednio „przed oczy” pilota w systemach zobrazowania nahełmowego. Świadczą o tym prace rozwojowe w zakresie systemów nahełmowej prezentacji danych, w których powstające hełmy przystosowane są już do pracy w tzw. cyberprzestrzeni min. system zobrazowania nahełmowego dla samolotu F-35 (rys. 1.).



Rys. 1. Kabina samolotu F-35 (po lewej), system zobrazowania nahełmowego dla samolotu F-35 (po prawej)

Statek powietrzny jest jednym z najbardziej uniwersalnych narzędzi współczesnego pola walki. Wykonuje on zadania ogniowe, zwalcza nieprzyjaciela, rozpoznaje, patroluje oraz zabezpiecza działania własne. Jednym z ważniejszych warunków terminowej i precyzyjnej realizacji zadań jest zapewnienie odpowiedniego systemu łączności radiowej. Rozwój technologii informatycznej i radiokomunikacyjnej, a stąd parametrów funkcjonalnych współczesnych radiostacji pokładowych w zakresie ich częstotliwości, zasięgu, przekazywania sygnałów dodatkowych (m.in. nawigacyjnych i uzbrojenia) oraz sposobu komunikacji (np. przy wykorzystaniu nahełmowych systemów celowniczych) spowodował powstawanie nowych koncepcji i możliwości ich organizacji na pokładzie statku powietrznego.

Utrzymanie statku powietrznego jako wartościowego środka bojowego na współczesnym polu walki wymaga stałego podwyższenia jego zdolności operacyjnych i zdolności przetrwania. Wiąże się to z koniecznością wprowadzania na jego pokład nowoczesnych systemów zobrazowania nahełmowego min. możliwość prezentacji danych łączności radiowej w nahełmowych systemach celowniczych.

2. NAHEŁMOWE SYSTEMY ZOBRAZOWANIA DANYCH A SYSTEMY ŁĄCZNOŚCI RADIOWEJ

Systemy prezentacji danych przeszły ewolucję począwszy od przyrządów pilotażowo- nawigacyjnych umieszczanych w kokpicie (wymagających od pilota odwracania wzroku) do zastosowania najnowszej technologii poprzez zintegrowane nahełmowe systemy zobrazowania danych. W zależności od przeznaczenia statku powietrznego i stopnia komplikacji zintegrowanego systemu awionicznego, pilot dzięki nahełmowemu systemowi zobrazowania otrzymuje dane o położeniu przestrzennym statku powietrznego, dane radionawigacyjne, informacje o celach i posiadanej broni.

System nahełmowy zapewnia pilotowi zobrazowanie podstawowych parametrów lotu, śledzenia celu, kierowanie uzbrojeniem i odpowiednią symbolikę. Jednym z najnowszych rozwiązań konstrukcyjnych jest hełm dla samolotu wielozadaniowego F-35. Głównym celem nahełmowego systemu celowniczego (HMDS) jest określanie danych celowniczych dla systemu uzbrojenia na podstawie określania orientacji przestrzennej lub pozycji hełmu pilota w stosunku do jego otoczenia (np. kabiny samolotu).

Zanim pilot dostrzeże inny samolot znajdujący się w znacznej odległości, na wyświetlaczu hełmu system pokazuje punkt, który lokalizuje, identyfikuje i następnie śledzi obiekt. Jeśli system zidentyfikuje dostrzeżony punkt jako samolot wroga, pilot wykorzystując informacje z systemów celowniczych może przygotować niezbędne uzbrojenie do zestrzelenia przeciwnika [2].

Zaletą nahełmowego systemu celowniczego (HMDS) jest to, że wszystkie czynności są wykonywane bez konieczności rozglądania się po wskaźnikach na kokpicie samolotu. Bez względu na to, w którą stronę pilot ma zwrócony wzrok, informacje o parametrach lotu, uzbrojenia i celu znajdują się zawsze przed jego oczami (rys. 2.). System zabudowany na samolocie F-35 odpowiednio dopasowuje obraz otrzymywany z zestawu kamer DAS (ang. Distributed Aperture System), umieszczonych na zewnątrz samolotu. Dzięki niemu pilot otrzymuje obraz całego otoczenia samolotu [2].



Rys. 2. Zobrazowanie danych na wyświetlaczu nahlmowym samolotu F-35 (dzień - noc)

Współczesne, zachodnie rozwiązania w zakresie łączności radiowej bazują na rozwiązaniach informatycznych, a typowy system łączności stanowi analogię systemu komputerowego. Wychodząc naprzeciw tym wymaganiom oraz w celu poprawy tzw. świadomości sytuacyjnej załóg w zakresie łączności radiowej istnieje możliwość prezentacji danych radiowych w nahlmowych systemach celowniczych. Łączność lotnicza jest jednym z głównych narzędzi na pokładzie statku powietrznego, a zasadnicze wymagania wobec niej są niezmiennie od wielu lat (tj. pewność i skrytość). Współcześnie oznacza to zabezpieczenie transmisji radiowej przed przechwyceniem oraz rozszyfrowaniem korespondencji radiowej przez przeciwnika.

System ten jako tzw. interkom musi zapewnić łączność na pokładzie statku powietrznego, a pilot lub załoga muszą utrzymywać łączność z pokładem samolotu lub śmigłowca z innymi jednostkami (np. stanowiskiem dowodzenia, konwojem, innymi statkami powietrznymi itp.) [3].

Zobrazowanie na wyświetlaczu nahlmowym podstawowych informacji tj. parametrów pracy radiostacji (kanał radiowy częstotliwość), komend radiowych podwyższyłoby tzw. świadomość sytuacyjną pilota, zaopatrzenie go w coraz doskonalsze pomoce nawigacyjne oraz efektywniejsze wykorzystanie systemu uzbrojenia (rys. 3.).



Rys. 3. Hełm z wyświetlaczem HMDS II Generacji samolotu wielozadaniowego F-35

Możliwości i potrzeby prezentacji danych łączności radiowej w nahlmowych systemach celowniczych mogą zastosowane w hełmie z wyświetlaczem HMDS II Generacji samolotu wielozadaniowego F-35. Hełm oprócz maski

tenowej (1) ma wbudowany zestaw słuchawkowo mikrofonowy (2, 4) połączony cyfrowym kablem danych (3) z komputerem pokładowym samolotu. Na wizjerze hełmu dzięki projektorom obrazu (5) wyświetlane są informacje o prędkości lotu, wysokości, prędkości wznoszenia oraz dane celownicze dla wszystkich elementów uzbrojenia. Wyświetlacz przekazuje również informacje potrzebne w sytuacji zagrożenia. Dla przykładu, pilot zostaje powiadomiony o potencjalnych niebezpieczeństwach występujących przed dziobem samolotu, gdy w tym czasie jego wzrok zwrócony jest w inną stronę.

Świejące, zielone oczy, pękaty kształt i karbonowa konstrukcja hełmu pilota myśliwca F-35 sprawiają, że prezentuje się niezwykle ważnie zarówno pod względem bezpieczeństwa jak i wyświetlanych na hełmie danych, ponieważ funkcjonalność HMDS opiera się na precyzyjnym umieszczeniu przyrządów optycznych. Projektory obrazu wyświetlają dane na wizjerze bezpośrednio przed oczami pilota tworząc w ten sposób dwa zielone punkty [4].

3. PROPOZYCJA PREZENTACJI RADIOWEJ W NAHEŁMOWYCH SYSTEMACH ZOBRAZOWANIA

Wychodząc naprzeciw tym wymaganiom oraz w celu poprawy tzw. świadomości sytuacyjnej załóg w zakresie łączności radiowej śmigłowców wojskowych RP w Zakładzie Awioniki ITWL opracowano zintegrowany system awioniczny, którego jednym z elementów jest zintegrowany system łączności radiowej. Stanowi on informatyczny zestaw radiostacji lotniczych i taktycznych niezbędny do realizacji zadania bojowego. Do sterowania tym systemem wykorzystuje się specjalizowane monitory wielofunkcyjne (rys. 4), na których znajdują się przyciski wyboru radiostacji oraz abonentów w łączności wewnętrznej i zewnętrznej. Na ekranie są zobrazowane stany połączeń, rodzaj łączności oraz parametry wybranych radiostacji.

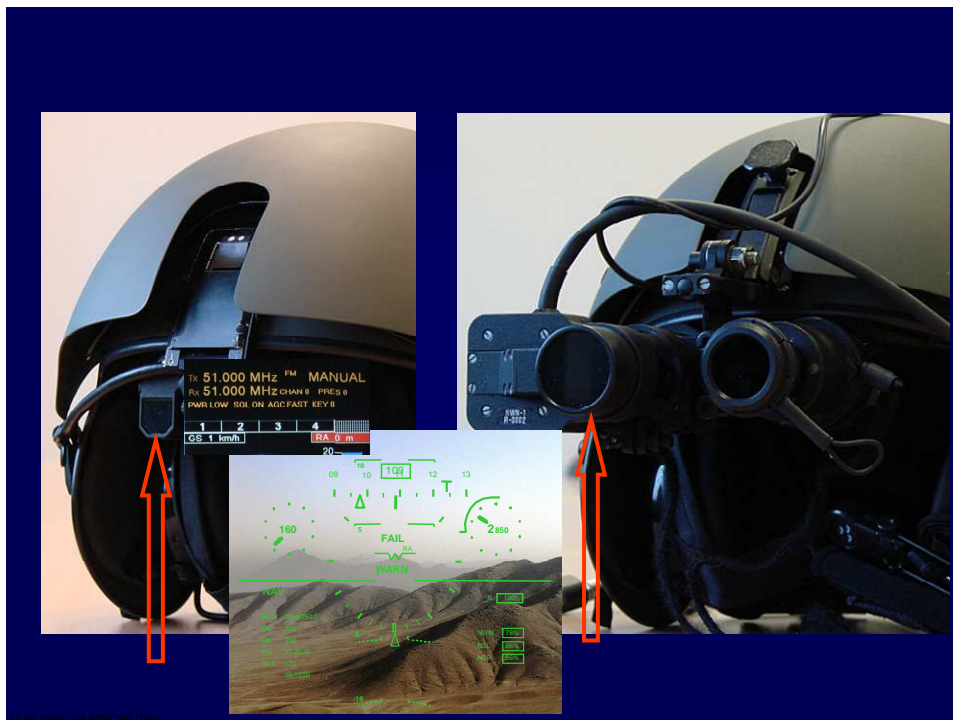


Rys. 4. Widok monitora wielofunkcyjnego (po lewej) z elementami zobrazowania systemu łączności (po prawej) zabudowanego na śmigłowcu W-3PL

Prezentacja danych łączności radiowej w nahełmowych systemach celowniczych, potwierdziła, że taki system może być zintegrowany z nahełmowym wyświetlaczem parametrów lotu SWPL-1 (rys. 5.). Autonomiczna wersja wyświetlacza nahełmowego znacząco wpłynie na poprawę bezpieczeństwa w czasie lotu w trudnym terenie (np. w górach) czy w nocy z wykorzystaniem gogli noktowizyjnych NVG (ang. Night Vision Gogle) [5].

Głównym celem integracji i zarządzania nahełmowego systemu celowniczego na pokładzie śmigłowca wojskowego w zakresie łączności radiowej będzie podniesienie poziomu bezpieczeństwa lotów oraz odciążenie i poprawa świadomości sytuacyjnej pilota w dzień i w nocy poprzez zwiększenie możliwości zobrazowania systemów nawigacyjnych i sterowania systemem celowniczym w czasie realizacji zadań operacyjnych. Już teraz w zakres obrazowanych nahełmowo informacji wchodzi takie dane jak parametry pilotażowo-nawigacyjne (prędkość i wysokość barometryczna lotu, prędkość pionowa, wysokość radiowa, kurs statku powietrznego, kąty jego pochylenia i przechylenia) oraz dane o systemach uzbrojenia (liczba pocisków i rakiet umieszczonych na podwieszaniach). Zwiększenie mocy obliczeniowej komputerów pokładowych umożliwia zobrazowanie także danych systemów radionawigacyjnych i radiowych. Zarządzanie wyświetlaniem takich informacji w systemach nahełmowych może odbywać się poprzez wybieranie odpowiednio ułożonych plansz [5].

Cechą charakterystyczną nahełmowego systemu zobrazowania będzie wielofunkcyjność, co spowoduje, że zarówno załoga będzie miała możliwość jednoczesnego korzystania z systemu łączności radiowej oraz wyboru trybu pracy urządzeń radionawigacyjnych w zakresie tzw. sygnałów pilotażowo-nawigacyjnych, danych celu i wyboru uzbrojenia. Otwarta architektura nahełmowego wyświetlacza parametrów lotu i pełna kontrola na oprogramowaniu integracyjnym pozwala na przygotowywanie integracji i zarządzanie nahełmowym systemem celowniczym śmigłowca wojskowego, tworząc zupełnie nowy system.



Rys. 5. Przykład hełmu SWPL-1 z obrazowaniem parametrów pilotażowo-awigacyjnych oraz elementami prezentacji danych systemu łączności radiowej

Najważniejszym (jak się obecnie ocenia) czynnikiem zwiększającym bezpieczeństwo i integralność dla dzisiejszych sieci strategicznych i taktycznych jest cyfrowe przetwarzanie sygnałów oraz potrzeba prezentacji danych z radiostacji pokładowych w nahełmowych systemach celowniczych.

4. PODSUMOWANIE

Każdy statek powietrzny starszej generacji, po zabudowie współczesnego nahełmowego systemu celowniczego poszerza swoje możliwości użytkowe o zastosowania dotychczas dla niego nieosiągalne, takie jak wielofunkcyjność oraz zdolność do działania pilota w każdych warunkach atmosferycznych dziennie-nocnych. Zwiększenie zdolności przetrwania na polu walki, oraz nowoczesne wyposażenie celownicze i środki bojowe umożliwiają spełnienie oczekiwań personelu latającego w zakresie systemu nahełmowego sterowania łącznością radiową.

Nahełmowe systemy celownicze oferowane obecnie przez wiodących producentów dzięki sposobu integracji i zarządzania łącznością radiową na pokładach statków powietrznych dostarczą podstawowego zestawu parametrów służących przetwarzaniu i udostępnianiu danych w czasie rzeczywistym, staną się one czynnikiem sprawczym funkcjonowania statku powietrznego, w czasie wykonywania zadań bojowych.

Cyfrowe przetwarzanie sygnałów oraz potrzeba prezentacji danych z radiostacji pokładowych w nahełmowych systemach celowniczych zwiększy bezpieczeństwo i integralność dla dzisiejszych sieci strategicznych i taktycznych. Otwarta architektura opracowanego w ITWL nahełmowego wyświetlacza parametrów lotu SWPL-1 i pełna kontrola nad oprogramowaniem integracyjnym pozwala na przygotowywanie integracji i zarządzanie nahełmowym systemem celowniczym śmigłowca wojskowego tworząc zupełnie nowy system.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Russo B. M. i inni: *Helmet-Mounted Displays Sensation, Perception and Cognition Issues*, USA 2009.
- [2] Materiały reklamowe firmy Vision Systems International: *Nahełmowy system wyświetlania na F-35 Lightning II Strike Fighter*, USA 2010.
- [3] Kowalczyk H. i inni: *Instrukcja użytkowania zintegrowanego systemu awionicznego śmigłowca W-3PL. System łączności*. Praca zbiorowa, Warszawa, BT ITWL 2008.
- [4] Materiały reklamowe firmy Lockheed Martin: *Terminator Helmet for F-35 Pilots*, USA 2009.
- [5] Borowski J. i inni: *System wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 dla śmigłowców Mi-17 Opis techniczny i Instrukcja użytkowania*, Praca zbiorowa, Warszawa, BT ITWL 2010.