

MODYFIKACJA SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI RADIOWEJ NA STATKACH POWIETRZNYCH W ASPEKcie WSPÓLCZESNYCH KONFLIKTÓW ZBROJNYCH

Andrzej PAZUR¹, Andrzej SZELMANOWSKI², Henryk KOWALCZYK³, Sławomir MICHALAK⁴

1. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa
tel.: 261851603 e-mail: andrzej.pazur@itwl.pl
2. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa
tel.: 261851603 e-mail: andrzej.szelmanowski@itwl.pl
3. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa
tel.: 261851603 e-mail: henryk.kowalczyk@itwl.pl
4. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa
tel.: 261851603 e-mail: slawomir.michalak@itwl.pl

Streszczenie: Lotnictwo wojskowe pełni niezwykle ważną rolę we współczesnych konfliktach zbrojnych. Przenosi walkę w trzeci wymiar w głąb ugrupowania przeciwnika poprzez szybki przelot wojsk, pełniąc rolę ruchomej artylerii, czy odwodów przeciwpancernych. Złożoność zadań implikuje potrzebę budowy wyposażenia pokładowego wspierającego załogę dzięki wysokiej automatyzacji i inteligencji działania. Przejawem tego jest, stanowiący środowisko pracy pilota/załogi, nowoczesny system dialogowy, który prezentuje tylko minimum niezbędnych informacji dostosowanych do specyfiki realizowanego zadania. Nowoczesność to także brak konieczności przeniesienia wzroku na tablicę przyrządów dla obserwacji informacji o parametrach lotu oraz zminimalizowanie potrzeby odrywania rąk od organów sterowania lotem do użycia systemów pokładowych, w tym uzbrojenia i wykrywania, zarządzania systemami pilotażowo nawigacyjnymi, łączności radiowej czy ochrony własnej. W artykule omówiono wyniki wstępnych analiz prac związanych z tym tematem, a prowadzonych w ramach modernizacji śmigłowców *Mi-8/1724* i *W-3PL „Głuszc”*. Wdrożona przez Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych (ITWL) modyfikacja wyposażenia statków powietrznych obejmuje między innymi „Glass Cockpit”, zintegrowany system awioniczny, zintegrowany system łączności, które funkcjonalnie odpowiadają najnowszym rozwiązaniom technologicznym i mogą być użyte zarówno do modyfikacji śmigłowców lub samolotów lotnictwa wojskowego.

Słowa kluczowe: zintegrowany system awioniczny, zintegrowany system łączności, modyfikacja.

1. WPROWADZENIE

Rozwój techniki cyfrowej pociąga za sobą zmiany w wielu dziedzinach życia, zarówno sfery cywilnej jak szeroko pojętej dziedziny obronności. Generuje także całkowicie nowe teatry działań wykorzystywane w aspekcie współczesnych konfliktów zbrojnych na całym świecie. Pojęcie wojny sieciocentrycznej, czy pojęcie wojny cybernetycznej stało się synonimem współczesnego pola walki. Niestety nowoczesna technologia jest zazwyczaj kosztowna, a czas zamówień, dostaw i wdrażania do armii ciągle się wydłuża osiągając w skrajnych przypadkach ponad 20 lat. Przy wymogu ciągłej dostępności, odpowiednie

liczebności oraz minimalizacji kosztów pozyskania i utrzymania samego wyrobu techniki wojskowej ogromnie komplikuje to procesy modernizacji Sił Zbrojnych. Pozyskanie przez Siły Powietrzne RP samolotów *F-16* uświadomiło wielu decydom rzeczywisty poziom kosztów i czasochłonności procesu wymiany statków powietrznych. Pokazało również, że dla zapewnienia bezpieczeństwa państwa, do czasu osiągnięcia gotowości bojowej przez nowy sprzęt należy zapewnić odpowiedniej jakości i w odpowiedniej ilości sprzęt do szkolenia i realizacji zadań operacyjnych na bazie dotychczas posiadanej floty samolotów. W dzisiejszej sytuacji, gdy rozpoczęto proces wymiany śmigłowców wojskowych na nowe platformy sytuacja jest podobna. Dla zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa i jakości procesu szkolenia personelu latającego, stajemy przed dylematem pogodzenia potrzeb, z dostępnymi środkami i wymaganym czasem realizacji tego zadania. Jednocześnie wiadomo, że nowego sprzętu nie będzie w takiej ilości jak potrzebujemy, a czas realizacji i jego koszty będą bardzo wysokie. Zajdzie więc konieczność rozłożenia procesu w czasie, co spowoduje, że jeszcze długo podstawowymi śmigłowcami będą dotychczas eksploatowane statki powietrzne. Typowe czasy pozyskiwania i wdrażania nowych śmigłowców nie pozwalają oczekiwać pierwszej, w pełni zdolnej do realizacji zadań bojowych eskadry ze śmigłowcami nowego typu wcześniej niż około roku 2024, a kolejnych co najmniej 2 kolejne lata. Aby aktualnie posiadane śmigłowce mogły do tego czasu efektywnie zaspokoić potrzeby szkoleniowe i zdolności bojowe muszą zostać zmodyfikowane. Dzięki dostosowaniu funkcjonalnemu do poziomu śmigłowców nowego typu nie tylko łatwiej, taniej i krócej trwał będzie proces przebrojenia na nowy typ śmigłowca. Współczesne pole walki to konieczność działań całodobowych, bez względu na warunki atmosferyczne oraz stały dostęp do danych z sieci dowodzenia - sieciocentryzm. Zatem jednym z najważniejszych elementów wymagających zmian jest dostosowanie wyposażenia do tego rodzaju działań. Szczególnie, że szybki postęp elektroniki i informatyki

spowodował, że wyposażenie nowoczesne statku powietrznego dzisiaj staje się stare lub przestarzałe nawet już po kilku latach, a jednocześnie stanowi ono ponad 60 % kosztów zakupu nowego śmigłowca i w jeszcze większym procencie decyduje o jego zdolnościach bojowych. Jednym ze sposobów zapewnienia wyposażenia o odpowiedniej jakości dla lotnictwa SZ RP, przy jednoczesnym zachowaniu ciągłej dostępności sprzętu i akceptowalnym poziomie kosztów jest krajowa modyfikacja wyposażenia posiadanych samolotów i śmigłowców. Zapewnia ona maksymalne wykorzystanie zasobów pracy posiadanego sprzętu oraz nakładów poniesionych na utworzenie jego bazy obsługowo-remontowej, wyszkolenie personelu, zapasów dla potrzeb eksploatacji, itd. W efekcie modyfikacja pozwala zmodernizować każdy statek powietrzny tak aby mógł skutecznie działać na współczesnym polu walki spełniając oczekiwania wojska przy znacząco niższych nakładach. Cechy te powodują, że jest to powszechnie stosowany sposób zapewnienia sprzętu o odpowiedniej jakości siłom zbrojnym wielu państw, w tym NATO. Zakres modyfikacji zależy od potrzeb użytkowników, zasobności ich portfeli i czasu dalszej eksploatacji. Modyfikacja może obejmować modernizację i integrację wybranych systemów pokładowych lub być pełną integracją wyposażenia i uzbrojenia w tzw. makrosystem pokładowy zwany Zintegrowanym Systemem Awionicznym (ZSA). Jednym z najważniejszych systemów, z punktu widzenia sieciocentrycznego pola walki, jest nowoczesny system łączności. Wymaga bezpiecznego i pewnego połączenia oraz bezpieczeństwa treści korespondencji, przy wymogu jednoczesnego dostępu do różnych trybów i zakresów radiostacji pokładowych dla każdego członka załogi. Dodatkowo również łączność wewnętrzna na pokładzie (interkom) ma nie tylko wielu abonentów ale i wymagania specjalne, np. czasowej izolacji obwodu desantu i załogi powoduje konieczność zabudowy automatycznego systemu zarządzania dostępem i ujednoczenia zarówno miejsca jak i sposobu sterowania radiostacjami. Dlatego współczesne, światowe rozwiązania tego problemu bazują na rozwiązaniach informatycznych, a typowy system łączności to sieć komputerowa pracująca na cyfrowej szynie wymiany danych (najczęściej MIL STD 1553B). Wychodząc naprzeciw tym wymaganiom oraz w celu poprawy tzw. świadomości sytuacyjnej załóg w zakresie łączności radiowej i transmitowanych danych w Zakładzie Awioniki ITWL, już wiele lat temu opracowano i wdrożono Zintegrowany System Łączności (ZSŁ). Jest to złożony system informatyczny, który stanowi co najmniej 4 radiostacje (lotnicze i taktyczne), komputer zarządzający, monitory-pulpity sterowania oraz szereg innych urządzeń pilotażowo-nawigacyjnych. Dzięki takiemu rozwiązaniu załoga i desant przez cały czas lotu ma zapewnioną łączność radiową z pokładem śmigłowca z organami kontroli ruchu lotniczego, elementami dowodzenia lotnictwem oraz bezpośrednio ze wspieranymi pododdziałami wojsk, a także z elementami zarządzania kryzysowego przy likwidacji skutków klęsk żywiołowych czy katastrof. Rozwiązania ZSŁ pozwalają również na zapewnienie łączności pokładowej (interkom) oraz transmisje wymaganych sygnałów specjalnych (ostrzegawczych, nawigacyjnych itp.). Zapewniają również możliwości rejestracji korespondencji w dedykowanym systemie rejestracji. Głównym elementem zintegrowanego systemu łączności jest komputer łączności, zwany serwerem komunikacyjnym. Integruje on sygnały i zarządza całym systemem łączności.

Serwer komunikacyjny składa się z odpowiednio oprogramowanych pakietów sterujących i zarządzających. Do serwera komunikacyjnego przekazywane są parametry z poszczególnych radiostacji, nastawy interkomu, odpowiednie dane radionawigacyjne, czy sygnały pokładowe w formie i zakresie zależnym od przeznaczenia śmigłowca, konfiguracji zestawu radiostacji, wyposażenia pokładowego oraz liczby i uprawnień abonentów. Ujednoczenie sterowania radiostacjami oraz sterowanie całym systemem łączności zapewniają specjalizowane pulpity sterowania. Są to monitory (dedykowane lub wielofunkcyjne – zależnie od rozwiązania wybranego przez Zamawiającego) wyposażone w odpowiedni zestaw programowanych przycisków. Pozwalają one na wybór radiostacji i jej nastaw (w łączności zewnętrznej) oraz abonentów i nastaw w łączności wewnętrznej oraz różnego rodzaju nastaw specjalnych. Na ekranie są zobrazowane stany połączeń, rodzaj łączności radiowej oraz parametry wybranych radiostacji, abonentów, czy urządzeń współpracujących [1].

Końcowym zadaniem w procesie tworzenia zintegrowanego systemu łączności (przed jego zabudową na pokład śmigłowca wojskowego) jest jego optymalizacja, która umożliwi wyznaczenie najlepszego rozwiązania spełniającego kryteria wynikające z wymagań użytkownika spośród propozycji organizacji systemu. Elementem wspomagającym ten proces jest tzw. stanowisko integracyjne. Pozwala ono na unifikację oraz optymalizację elementów architektury, organizacji i funkcji zintegrowanego systemu łączności w warunkach laboratoryjnych, co umożliwi sprawdzenie szeregu rozwiązań, których implementacja na pokładzie śmigłowca w celach badawczych byłaby zbyt trudna lub kosztowna. W procesie modyfikacji, unifikacji i optymalizacji funkcji oprogramowania integrującego poszczególne radiostacje lotnicze i taktyczne wykorzystuje się go jako tzw. stanowisko kontrolno-pomiarowe, którego zadaniem jest weryfikacja opracowanych wersji projektów oprogramowania dedykowanego dla systemów łączności w zakresie ich organizacji, transmisji danych i szczegółowego zarządzania poszczególnymi trybami pracy zintegrowanego systemu łączności [2].

2. ANALIZA ARCHITEKTURY WYBRANEGO ZINTEGROWANEGO SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI EKSPLOATOWANEGO W LOTNICTWIE RP

W celu dostosowania do potrzeb współczesnego pola walki polskich śmigłowców wojskowych (*Mi-8/17/Mi-24* oraz *W-3PL „Głuszc”*) podczas modernizacji zabudowano na ich pokład zintegrowany system łączności typu ZSŁ, który zapewnia komunikację pomiędzy śmigłowcami, a systemami naziemnymi i stanowiskami kontroli przestrzeni powietrznej. Pozwala on załodze na wybór dowolnej radiostacji lub abonenta w prowadzeniu korespondencji wewnętrznej i zewnętrznej. System łączności radiowej na pokładzie śmigłowca wojskowego zabezpiecza także komunikację jawną i niejawną z wykorzystaniem kodowania częstotliwości (tzw. TRANSEC) oraz szyfrowania mowy i danych (tzw. COMSEC). Zakres pasma częstotliwości został dostosowany do potrzeb zamawiającego oraz wybranych radiostacji lotniczych i taktycznych, które zostały poddane integracji na pokładzie ww. śmigłowców.

W celu określenia cech szczególnych takiego systemu, do analizy wybrano zintegrowany system łączności, który

został zabudowany na śmigłowcach wojskowych eksploatowanych w lotnictwie Wojsk Lądowych.

Na śmigłowcach *Mi-8/Mi-17* zintegrowany system łączności typu ZSŁ (rys. 1). obejmuje serwer komunikacyjny SK-1, pulpity sterowania łącznością PSŁ-1 oraz radiostacje lotnicze (do prowadzenia łączności ze stanowiskami dowodzenia i innymi statkami powietrznymi) i taktyczne zakresu VHF/HF (do wspierania wojsk lądowych i systemów dowodzenia na dużych odległościach od radiostacji). Cechą charakterystyczną tego systemu jest wielofunkcyjność co powoduje, że zarówno pilot-dowódca (lewe stanowisko), pilot-nawigator (prawe stanowisko) ma możliwość jednoczesnego korzystania z systemu łączności radiowej oraz wyboru trybu pracy urządzeń radionawigacyjnych w zakresie tzw. sygnałów nawigacyjnych/ostrzegawczych pozyskiwanych od systemów TACAN, VOR, MRK, ARK i RW.



Rys. 1. Widok kabiny ze zintegrowanym systemem łączności na pokładzie śmigłowca *Mi-17*

Na śmigłowcu bojowym *Mi-24*, z uwagi na „szeregowe” ustawienie kabin (kabina górna i kabina dolna), występuje różnica w zabudowie elementów zintegrowanego systemu łączności (rys. 2).



Rys. 2. Widok kabiny górnej ze zintegrowanym systemem łączności na pokładzie śmigłowca *Mi-24*

Do sterowania zintegrowanym systemem łączności na śmigłowcach *Mi-8/17/Mi-24* załoga wykorzystuje pulpity sterowania łącznością (rys. 3). Na ekranie pulpitu są zobrazowane m.in. stany połączeń zewnętrznych i wewnętrznych, rodzaj łączności radiowej, transmisji danych oraz parametry pracy radiostacji. Pilot ma możliwość

wybierania abonenta wewnętrznego lub radiostacji poprzez pulpity sterowania, a realizacją połączenia zajmuje się serwer komunikacyjny. Zbudowany system ZSŁ posiada możliwość rozbudowy o dodatkowe funkcje w zależności od wymagań użytkownika [2].



Rys. 3. Widok ekranu pulpitu sterowania łącznością PSŁ-1

W celu obniżenia kosztów eksploatacji zintegrowanego systemu łączności pomyślano też o jego unifikacji, elementy składowe (jak serwer komunikacyjny, pulpity sterowania oraz zestaw radiostacji lotniczych i taktycznych) są zamienne pomiędzy różnymi typami śmigłowców. Przykładem jest śmigłowiec *W-3PL*, na pokładzie którego zabudowano zintegrowany system awioniczny (ZSA), a jednym z jego elementów składowych jest zintegrowany system łączności [3]. Swoim składem obejmuje on m.in. cyfrowo sterowane radiostacje typu RRC, HARRIS i MR6000 oraz trzy monitory wielofunkcyjne (pilota-dowódcy, pilota-operatora oraz dowódcy przedziału desantowego). Wybór trybu pracy zależy od decyzji podejmowanych przez załogę. Każdy z członków załogi dysponuje własnym monitorem, na którym ma zobrazowany pakiet danych niezbędnych do realizacji zadania. Zobrazowania na każdym z trzech monitorów wielofunkcyjnych są w pełni niezależne (rys. 4).



Rys. 4. Widok kabiny ze zintegrowanym systemem łączności na pokładzie śmigłowca *W-3PL*

Zintegrowany system łączności zabudowany na przedstawionych wyżej śmigłowcach umożliwia prowadzenie korespondencji radiowej poprzez radiostacje lotnicze i taktyczne, w tym wybór odpowiedniej radiostacji, abonenta oraz sposobu transmisji danych. Celem podjętej modyfikacji tego systemu jest zapewnienie dalszej eksploatacji śmigłowców do czasu wprowadzenia nowoczesnej platformy. Jego optymalizacja pozwala, przy wykorzystaniu stanowiska integracyjnego, na wyznaczenie

rozwiązania najlepszego ze względu na przyjęte kryterium jakości (m.in. transmisje danych, częstotliwość pracy, zasięg, ilość kanałów, łatwość obsługi, niezawodność, koszty systemu) [4]. Docelowym zadaniem tak rozumianej optymalizacji zintegrowanego systemu łączności jest uzyskanie w pełni funkcjonalnej, dostosowanej do potrzeb załogi i jej zadań wersji zestawu urządzeń łącznie z oprogramowaniem użytkowym dla wybranego typu śmigłowca. Głównym kryterium przyjętym przy opracowywaniu metodyk doboru urządzeń wchodzących w skład zintegrowanego systemu łączności i optymalizacji ich oprogramowania jest spełnienie wymagań wynikających z architektury i organizacji systemu, umożliwiających realizację przyjętych zadań bojowych dla tych śmigłowców. Pierwszym krokiem w tym procesie jest optymalizacja wyboru zadań i funkcji. Ma ona na celu określenie parametrów koniecznych do realizacji zadań i funkcji, parametrów pracy, zakresu modyfikacji (np. co pozostawić, co modernizować, a co wymienić) w zakresie nowoczesnego systemu łączności. Dzięki optymalizacji wyboru zadań i funkcji zapewnione jest osiągnięcie właściwego dla załogi poziomu prezentacji zobrazowania parametrów łączności oraz funkcji wykonywanych poprzez radiostacje lotnicze i taktyczne.

3. MOŻLIWOŚCI BADAWCZE STANOWISKA DO MODYFIKACJI ZINTEGROWANEGO SYSTEMU ŁĄCZNOŚCI

Wykonane analizy oraz zgromadzone w trakcie badań doświadczenia pozwoliły na opracowanie i budowę w Zakładzie Awioniki ITWL stanowiska integracyjnego [5], przeznaczonego do uruchamiania i optymalizacji systemów łączności na bazie serwera komunikacyjnego, wyposażonego w odpowiednie interfejsy stanowiące pakiety kart szyny wymiany danych wg przyjętego standardu np. MIL-1553B. Stanowisko integracyjne jest konieczne do testowania opracowywanych „aplikacji” obsługi urządzeń systemów łączności, a poprzez to do ich integracji w jeden spójny system pokładowy. Dodatkową zaletą zbudowanego stanowiska jest możliwość testowania oprogramowania służącego do integracji i diagnozowania poszczególnych radiostacji systemu łączności. Istotną zaletą tak zbudowanego stanowiska jest też możliwość symulacji wybranych radiostacji wchodzących w skład systemu łączności radiowej, koniecznej przy braku danego urządzenia w czasie opracowywania oprogramowania integrującego cały system łączności. Głównymi elementami stanowiska do optymalizacji zintegrowanego systemu łączności jest serwer komunikacyjny zbudowany na stanowisku oraz radiostacje lotnicze i taktyczne. Na stanowisku znajduje się podstawa z zbudowanymi pulpitemi sterowania łącznością oraz tabliczkami

abonenckimi w celu podpięcia słuchawek do prowadzenia korespondencji radiowej. Dodatkowo na stanowisku zbudowana jest aparatura kontrolno-pomiarowa typu (laptop), która służy do diagnozowania serwera komunikacyjnego i radiostacji wchodzących w skład zintegrowanego systemu łączności. Umożliwia ona m.in. wprowadzanie i testowanie oprogramowania poszczególnych radiostacji, serwera komunikacyjnego oraz przygotowanie planów łączności radiowej. W warstwie programowej stanowisko wykorzystuje także zmodyfikowany system operacyjny typu Windows XP zaimplementowany w serwerze komunikacyjnym, umożliwiający obsługę pakietów i interfejsów zintegrowanych urządzeń awionicznych [4].

4. WNIOSKI KOŃCOWE

Każdy śmigłowiec starszej generacji, po zabudowie współczesnego systemu łączności poszerza swoje możliwości użytkowe o zastosowania dotychczas dla niego nieosiągalne, takie jak wielofunkcyjność oraz zdolność do działania w mocno rozwijającym się tzw. środowisku sieciocentrycznym. Budowa takiego systemu od strony tzw. hardware czyli zakupu urządzeń nie stwarza obecnie większego problemu, za to dużym wyzwaniem jest opracowanie odpowiedniego, skutecznego i niezawodnego oprogramowania użytkowego, spełniającego wymagania w celu zapewnienia łączności radiowej na pokładzie statku powietrznego. Zbudowane stanowisko integracyjne pozwala na wykonywanie integracji systemów łączności zgodnie z wytycznymi dokumentami normatywnymi (wymaganiami przepisów ICAO i NATO) oraz posiada możliwość ich rozbudowy o dodatkowe urządzenia i funkcje w zależności od wymagań przyszłych odbiorców.

5. BIBLIOGRAFIA

1. Endsley M.R.: Flight Crews & Modern Aircraft in Search of Situation Awareness. Royal Aeronautical Society, London 2000.
2. Kowalczyk H.: Nowe życie śmigłowców rodziny Mi-8/17 oraz śmigłowców bojowych Mi-24. Technika Wojskowa 2010, nr 9, s. 166-168.
3. Pazur A.: Opis techniczny zintegrowanego systemu awionicznego śmigłowca W-3PL. System łączności. BT ITWL, Warszawa 2008.
4. Pazur A.: Badanie niezawodności systemów łączności zintegrowanych w oparciu o specjalizowany serwer komunikacyjny. Warszawa, BT ITWL 2011.
5. Michalak S.: Stanowisko integracyjne systemów awionicznych na bazie cyfrowych szyn danych. Warszawa, BT ITWL 2004.

MODIFICATION OF RADIO COMMUNICATION SYSTEMS ON AIRCRAFT IN THE ASPECT OF CONTEMPORARY ARMED CONFLICTS

In the paper there are presented modern, electronically integrated avionics systems, manufactured in the Air Force Institute of Technology (AFIT) for Polish military airplanes and helicopters. The presented systems reflect the results of work conducted in the AFIT in the process of modernization of selected airplanes and helicopters currently operated by the Polish Air Force. In the paper there is presented the Integrated Avionics System for W-3PL "Gluszec" helicopter and a proposal of such an integrated system for the Mi-17/Mi-24 family helicopters.

Keywords: avionics systems, integrated radio communication systems, modernization.