

Andrzej PAZUR  
Sławomir PASZEK  
Krzysztof ROGALA  
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

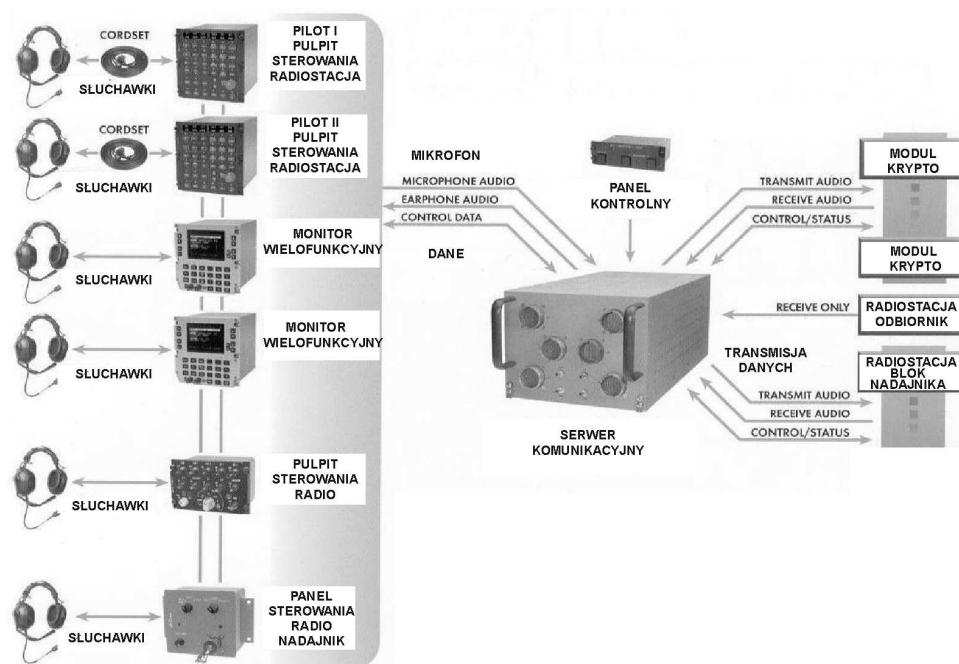
## METODA I STANOWISKO BADAWCZE DLA LOTNICZYCH ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW ŁĄCZNOŚCI

W referacie przedstawiono narzędzia badawcze stosowane w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych (ITWL) do budowy, uruchamiania, testowania i unifikacji zintegrowanych systemów łączności w zakresie składu urządzeń oraz funkcji wykorzystywanego w nich oprogramowania. Szczególną uwagę zwrócono na tzw. stanowisko integracyjne przeznaczone do uruchamiania radiostacji pokładowych integrowanych na bazie cyfrowych szyn danych (m.in. według standardu MIL-1553B) oraz mobilny zestaw aparatury kontrolno-pomiarowej typu ZDZSŁ-1 przeznaczonej do ich obsługi i diagnozowania. Posiadanie takiego stanowiska oraz zestawu obsługowo-diagnostycznego pozwoliło integrować nowe urządzenia, przygotowywać i przenosić na pokłady śmigłowców nowe plany łączności radiowej oraz diagnozować elementy zintegrowanego systemu. Omówiono wybrane zadania realizowane za pomocą tego stanowiska oraz problemy pojawiające się podczas uruchamiania i testowania opracowanego oprogramowania integrującego urządzenia łączności w zakresie unifikacji jego funkcjonalności i niezawodności działania. Przedstawiono także aparaturę kontrolno-pomiarową wykorzystywaną do testowania tego oprogramowania, m.in. komputer przemysłowy typu M230 w zakresie diagnozowania zintegrowanego systemu łączności. Umożliwia on m.in. wprowadzanie i testowanie oprogramowania poszczególnych radiostacji, serwera komunikacyjnego oraz przygotowanie planów łączności radiowej.

### Wstęp

Architektury tzw. zintegrowanych systemów łączności zabudowywanych na współczesnych statkach powietrznych wykorzystują dużą liczbę cyfrowych połączeń różnego typu, w zależności od rodzaju realizowanych przez nich zadań i wyposażenia. Jednym z nich jest cyfrowa szyna danych MIL-1553B. Rozwój technologii radiokomunikacyjnej, a stąd parametrów funkcjonalnych współczesnych radiostacji pokładowych w zakresie ich częstotliwości, zasięgu, przekazywania sygnałów dodatkowych (m.in. wbudowany odbiornik ratunkowy) oraz sposobu komunikacji (np. przy wykorzystaniu specjalizowanych serwerów ko-

munikacyjnych i pulpitów sterowania łącznością), spowodował powstawanie nowych koncepcji i możliwości ich organizacji na pokładzie statku powietrznego. Przykładem może być propozycja firmy Palomar Products (rys. 1.), której to zintegrowane systemy łączności zabudowane są m.in. na samolotach AWACS, AC-130 Hercules oraz śmigłowcach wojskowych Black Hawk [3]. W celu poprawy tzw. świadomości sytuacyjnej załóg w zakresie łączności radiowej na pokładzie śmigłowca wojskowego [1] w Zakładzie Awioniki ITWL opracowano zintegrowany system łączności, który stanowi informatyczny zestaw radiostacji lotniczych i taktycznych niezbędny do realizacji zadania bojowego. Dzięki temu załoga ma zapewnioną przez cały lot łączność zewnętrzną i wewnętrzną na pokładzie statku powietrznego.



Rys. 1. Zintegrowany system radiokomunikacyjny wykorzystywany w lotnictwie wojskowym NATO

Do sterowania zintegrowanym systemem łączności na śmigłowcach wojskowych Mi-8, Mi-17 i Mi-24 piloci wykorzystują pulpity sterowania typu PSŁ-1, które umożliwiają m.in. wybór radiostacji i zmianę ustawień parametrów ich pracy. Pulpit sterowania PSŁ-1 zawiera kolorowy wyświetlacz ciekłokrystaliczny z odpowiednim własnym oprogramowaniem. Na ekranie pulpitu są zobrazowane m.in. stany połączeń zewnętrznych i wewnętrznych, rodzaj łączności

oraz parametry pracy poszczególnych radiostacji. Pilot ma możliwość wybierania abonenta wewnętrznego lub radiostacji poprzez pulpit sterowania, a realizacją połączenia zajmuje się serwer komunikacyjny. Na śmigłowcu W-3PL „Głuszc” funkcje sterowania systemem łączności pełnią monitory wielofunkcyjne typu MW-1, które stanowią wyświetlacz o dużej rozdzielczości. Umożliwia to działanie załogi w każdych warunkach atmosferycznych, w dzień i w nocy (przy różnych warunkach oświetlenia kabiny) oraz przy użyciu gogli noktowizyjnych.

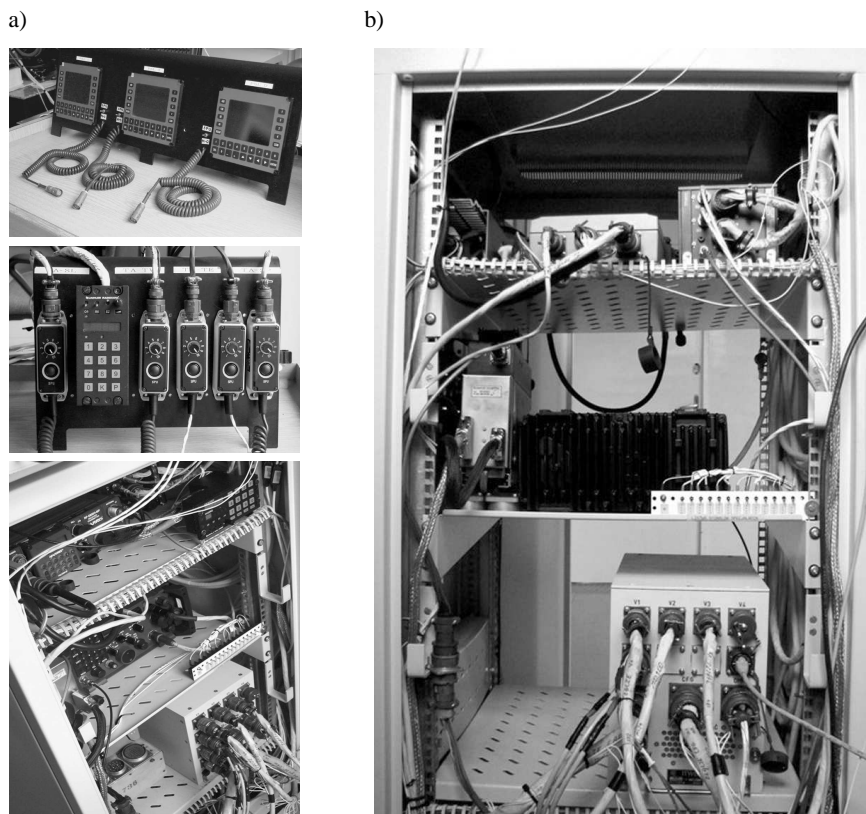
Serwer komunikacyjny zapewnia nadzór i zarządzanie pokładową siecią łączności. Steruje systemem łączności wewnętrznej i zewnętrznej w obwodzie załogi oraz dowódcy desantu. Dostarcza załodze śmigłowca sygnały specjalne, w tym odłączalne sygnały nawigacyjne (np. ARK) i nieodłączalne – ostrzegawcze (np. niebezpieczna wysokość lotu). Na serwerze komunikacyjnym osadzone jest odpowiednie oprogramowanie sterujące i zarządzające [7].

Końcowym zadaniem w procesie budowy zintegrowanego systemu łączności (przed jego zabudową na pokład śmigłowca wojskowego) jest jego optymalizacja na stanowisku integracyjnym, która umożliwia wyznaczenie spośród przyjętych propozycji systemu rozwiązania najlepszego, spełniającego kryteria wynikające z wymagań użytkownika. Stanowisko integracyjne [2] oraz aparatura kontrolno-pomiarowa (zestaw obsługowo-kontrolny) typu ZDZSŁ-1 są elementami wspomagającymi ten proces. Zadaniem aparatury jest testowanie poszczególnych radiostacji, oprogramowania systemów łączności w zakresie ich organizacji, szczegółowego zarządzania poszczególnymi trybami pracy oraz diagnozowania. Posiadanie takiego stanowiska oraz zestawu obsługowo-diagnostycznego pozwoliło integrować nowe urządzenia radiokomunikacyjne, przygotowywać i przenosić na pokłady śmigłowców Mi-8, Mi-17, Mi-24 nowe plany łączności radiowej oraz diagnozować elementy zintegrowanego systemu także przy modernizacji śmigłowca W-3PL „Głuszc”.

## **1. Narzędzia badawcze wykorzystywane w diagnozowaniu stanu technicznego zintegrowanego systemu łączności**

Do budowy i testowania pracy zintegrowanego systemu łączności w zakresie urządzeń i zaimplementowanego w nich oprogramowania wykorzystywane są różne narzędzia badawcze. Szczególną rolę odgrywa tzw. stanowisko integracyjne (rys. 2.), zbudowane w ITWL w ramach modernizacji śmigłowców Mi-8, Mi-17 i Mi-24. Przeznaczone jest do uruchamiania i optymalizacji systemów łączności opartych na serwerze komunikacyjnym (wyposażonym w odpowiednie interfejsy stanowiące karty szyny wymiany danych według przyjętego standardu, np. MIL-STD-1553B). Stanowisko takie jest konieczne do testowania opracowywanych „aplikacji” obsługi urządzeń systemów łączności, a poprzez to do ich integracji w jeden spójny system pokładowy [5]. Istotną zaletą tak zbudowa-

nego stanowiska jest możliwość symulacji wybranych radiostacji wchodzących w skład systemu łączności radiowej, koniecznej przy braku danego urządzenia przy opracowywaniu oprogramowania integrującego cały system.



Rys. 2. Widok stanowiska z elementami systemu łączności (a) i elementami sterowania (b)

Na stanowisku zabudowany jest także komputer przemysłowy typu laptop M230 (rys. 3.), który służy do diagnozowania serwera komunikacyjnego i radiostacji pokładowych wchodzących w skład zintegrowanego systemu łączności [6]. Umożliwia on m.in. wprowadzanie i testowanie oprogramowania poszczególnych radiostacji i 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 radiokomunikacyjnych i interfejsów zintegrowanych urządzeń.

Standardowo integrowane w systemie ZSŁ radiostacje pokładowe posiadają tzw. testy wewnętrzne, umożliwiające kontrolę stanu technicznego jako oddziel-

nych elementów składowych. Zastosowanie tego typu aparatury kontrolnej pozwala na:

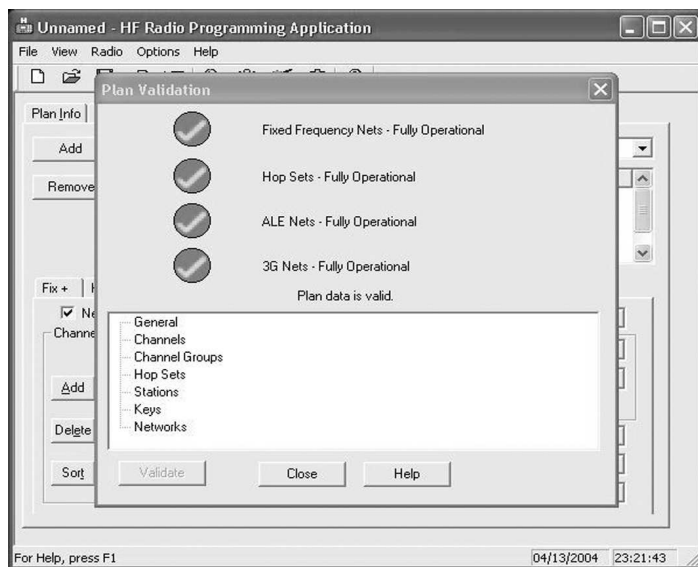
- przeprowadzenie testu pojedynczych modułów radiostacji,
- sprawdzenie stanu źródła zasilania radiostacji oraz baterii podtrzymującej,
- przeprowadzenie testu VSWR,
- sprawdzenie czasu dotychczasowej pracy radiostacji,
- wyświetlenie informacji o dostępnych opcjach radiostacji,
- wyświetlenie szczegółowych informacji na temat wersji oprogramowania.



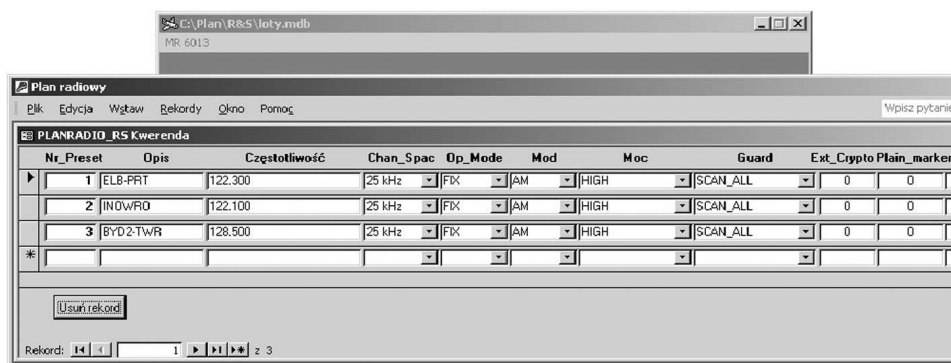
Rys. 3. Widok zobrazowania mobilnego zestawu obsługowo-kontrolnego ZDZSŁ-1 na stanowisku integracyjnym

Ten tryb sprawdzenia umożliwia bieżący monitoring prawidłowości funkcjonowania wielozakresowego nadajnika/odbiornika, przez co zapewnione są optymalne warunki pracy poszczególnych radiostacji. Natomiast w ramach części diagnostycznej całego zintegrowanego systemu łączności stanowisko badawcze umożliwia realizację obsługi testowej poszczególnych radiostacji pokładowych. Realizacja wymienionych funkcji możliwa jest poprzez uruchomienie wybranej aplikacji narzędziowej (rys. 4.). Aplikacje narzędziowe zostały opracowane w środowisku Windows XP z wykorzystaniem zestawu baz danych programu Office Access 2007 oraz klasycznego systemu interfejsów użytkownika i aplikacji dostarczonej przez firmę Harris RF (protokół RPA).

Dodatkowo stanowisko to umożliwia tworzenie i instalację tzw. planu łączności dla poszczególnych typów radiostacji pokładowych wykorzystywanych w zintegrowanym systemie łączności, m.in. radiostacji typu MR 6000 (rys. 5.). Przykładowo oprogramowanie o nazwie PLAN R&S służy do kompleksowego przygotowania planu łączności dla radiostacji RHODE&SCHWARZ, a w szczególności do tworzenia pliku bazy danych umożliwiającego programowanie radiostacji w trybie pracy FIX [4].



Rys. 4. Widok planszy programowania radiostacji RF za pomocą aplikacji HF Radio Programming

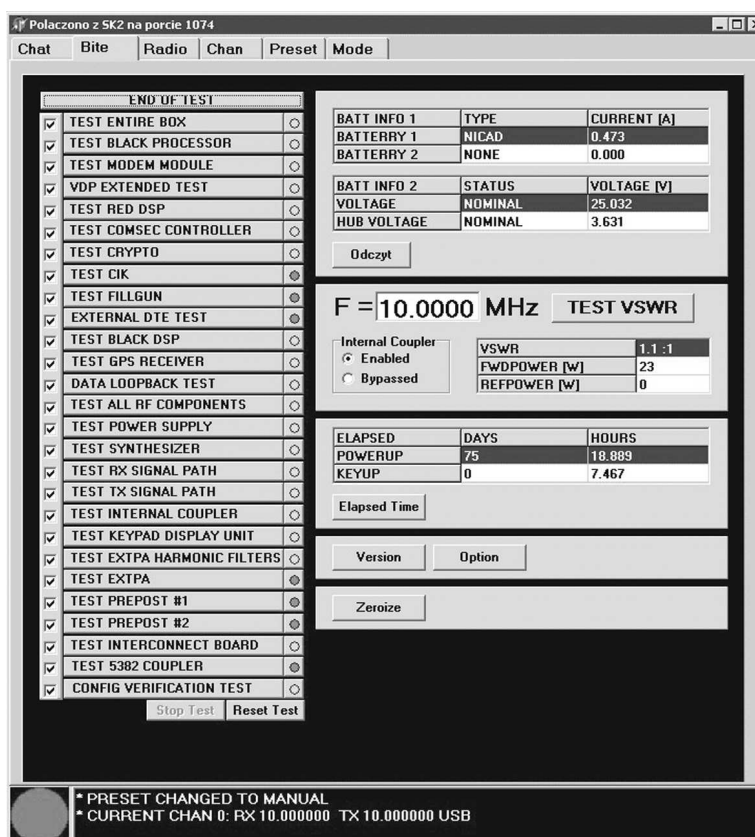


Rys. 5. Widok formularza planu radiowego radiostacji MR 6000

Oprogramowanie umożliwia tworzenie pełnej bazy danych radiowych zawierających parametry pracy radiostacji przyporządkowane dla kolejnych kanałów, m.in. numery presetów kolejnych kanałów, wartości częstotliwości poszczególnych stacji radiowych, ich nazwy opisowe, odstępy międzykanałowe, rodzaj modulacji. Przygotowany plan łączności radiowej może być zaimplementowany bezpośrednio do serwera komunikacyjnego lub rozesłany do poszczególnych korespondentów radiowych za pomocą nośnika elektronicznego.

Stanowisko integracyjne wykorzystywane jest także do wykonywania usług serwisowych i specjalnych na wniosek użytkownika eksploatującego zintegrowany system łączności. Sprawdzenie na stanowisku obejmuje m.in.: kopiowanie plików pomiędzy serwerem komunikacyjnym a laptopem poprzez sieć, pracę za pomocą zdalnego pulpitu, działanie oprogramowania do programowania i testowania radiostacji. Przykładami tego jest przeprowadzenie testu na żądanie i informacja o ewentualnych usterkach radiostacji taktycznej RF firmy Harris (rys. 6.), gdzie wyniki testu będą sygnalizowane kolorem kontrolki (kolor zielony – pozytywny wynik testu, kolor czerwony – negatywny wynik testu). Jeżeli wynik testu jest negatywny, można dowiedzieć się więcej o błędzie, np. o lokalizacji niesprawności z dokładności do modułu funkcjonalnego radiostacji. W tym celu należy najechać kursorem na czerwoną kontrolkę po prawej stronie przycisku, wówczas pokaże się podpowiedź dotycząca błędu (rys. 7.).

## Błąd!



Rys. 6. Widok panelu programowego testowania radiostacji HF za pomocą zestawu obsługowo-kontrolnego ZDZSL-1



Rys. 7. Widok szczegółowy powstałego błędu w module A1 radiostacji HF

## 2. Uwagi końcowe

Każdy śmigłowiec „starszej generacji” po wbudowaniu współczesnego systemu łączności ma znacznie więcej możliwości użytkowych, tj. zastosowań dotychczas dla niego nieosiągalnych – 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, spełniającego wymagania zapewnienia łączności zewnętrznej i wewnętrznej na pokładzie śmigłowca wojskowego. Poprzez „ucyfrowienie” i wprowadzenie na pokład zintegrowanego systemu łączności zmodernizowane śmigłowce wojskowe będą pomostem pomiędzy śmigłowcami ze „starą techniką analogową” a planowanymi do wprowadzenia śmigłowcami nowego typu.

Jednym z ważniejszych elementów w zapewnieniu wymaganego obecnie poziomu bezpieczeństwa lotu i wykonania zadania bojowego przez pilota użytkującego zbudowany zintegrowany system łączności typu ZSŁ jest stanowisko integracyjne (kontrolno-diagnostyczne). Posiadanie takiego stanowiska pozwala uzyskać możliwości firm zachodnich w zakresie integrowania nowych urządzeń łączności na współczesnym poziomie technologicznym. Zaproponowane stanowisko integracyjne oraz aparatura kontrolno-pomiarowa (system obsługowo-kontrolny) typu ZDZSŁ-1 wspomaga proces diagnozowania i testowania nowych urządzeń radiokomunikacyjnych i stanowi podstawę do dalszego rozwoju zintegrowanych systemów łączności w ramach przemysłu krajowego, w tym realizowanego z powodzeniem wyposażania w ten system śmigłowców wojskowych użytkowanych przez DWŁąd.

## Literatura

- [1] Endsley M.R.: Flight crews & modern aircraft in search of situation awareness, Proc. Royal Aeronautical Society, London 2000.
- [2] Michalak S. i in.: Stanowisko integracyjne systemów awionicznych na bazie cyfrowych szyn danych, BT ITWL, Warszawa 2004.
- [3] Palomar Products Inc. Integrated Communication Systems, 2001.
- [4] Pazur A. i in.: Instrukcja obsługi nr 148/43/2009 zestawu aparatury kontrolno-pomiarowej do zintegrowanego systemu łączności ZDZSŁ-1, BT ITWL, Warszawa 2008.



- [5] Pazur A. i in.: Opracowanie programu lotu próbnego doświadczalnego śmigłowca W-3PL w zakresie zintegrowanego systemu łączności, BT ITWL, Warszawa 2008.
- [6] Pazur A. i in.: Opracowanie technologii oraz stanowiska do optymalizacji zintegrowanego systemu awionicznego na pokłady statków powietrznych, BT ITWL, Warszawa 2008.
- [7] Pazur A. i in.: Opracowanie technologii wykonywania obsługi serwisowej zintegrowanego systemu łączności śmigłowca Mi-8, Mi-17 (Mi-17-1V), Mi-24 co 2 lata eksploatacji, BT ITWL, Warszawa 2008.

## **METHOD AND LABORATORY EQUIPMENT FOR THE AIR INTEGRATED COMMUNICATION SYSTEMS**

### **A b s t r a c t**

What has been presented in the paper is a research/testing tool used in the (Air Force Institute of Technology) to build, actuate, test, and unify integrated communication systems as far as both a set of devices the system is composed of and the applied software are concerned. Particular attention has been paid to the so-called integration station the laboratory equipment to optimise and unify communication systems integrated on the basis of digital data buses (following the MIL-1553B standard, among other ones). Such equipment has allowed to integrate new communication devices/systems while upgrading the Mi helicopters. Some selected tasks performed with this equipment have been discussed. Also, problems arising while actuating and testing the software developed to integrate communication devices/systems including digitally controlled radio stations of the MR6000, HARRIS, and RRC types. Presented are also additional monitoring and measuring systems used to test this software, just to mention the M230 rugged laptop computer used to diagnose the system and prepare plans of the radio communication.

*Złożono w Oficynie Wydawniczej w sierpniu 2011 r.*