



Metody i narzędzia diagnozowania urządzeń Zintegrowanego Systemu Łączności na pokładzie statku powietrznego

ANDRZEJ PAZUR, EWELINA SIEKIERSKA, PAWEŁ JANIK

Instituto Techniczny Wojsk Lotniczych, Zakład Awioniki,
01-494 Warszawa, ul. Księcia Bolesława 6, andrzej.pazur@itwl.pl

Streszczenie. Artykuł przedstawia narzędzia badawcze wykorzystywane w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych do uruchomienia, testowania i diagnozowania zintegrowanych systemów łączności (ZSŁ) w zakresie zestawu radiostacji pokładowych (lotniczych i taktycznych) oraz funkcji wykorzystanego w nich oprogramowania na pokładzie statku powietrznego.

Problem badawczy podejmowany w artykule określony został poprzez opracowanie i budowę stanowiska integracyjnego przeznaczonego do uruchamiania radiostacji pokładowych integrowanych na bazie cyfrowych szyn danych (m.in. wg standardu MIL-1553B) oraz mobilnego zestawu aparatury kontrolno-diagnostycznej przeznaczonej do przygotowania planów radiowych, przeniesienia ich na pokład oraz diagnozowania poszczególnych radiostacji zintegrowanego systemu łączności w czasie ich eksploatacji. Pokładowa sieć wymiany danych, całe oprogramowanie integracyjne dla poszczególnych radiostacji oraz architektura i organizacja systemu łączności radiowej m.in. serwera komunikacyjnego została opracowana przez Zakład Awioniki ITWL. Stanowisko integracyjne oraz zestaw aparatury kontrolno-diagnostycznej pozwala integrować nowoczesne radiostacje pokładowe oraz urządzenia zintegrowanych systemów łączności radiowej na pokładzie śmigłowców wojskowych m.in. z rodziny Mi oraz W-3PL „Głuszc”. Przedstawiono wybrane zadania realizowane za pomocą tego stanowiska oraz problemy pojawiające się podczas uruchamiania i testowania opracowanego oprogramowania integrującego urządzenia łączności w zakresie jego funkcjonalności i niezawodności. Zastosowanie komputerowego systemu diagnozowania umożliwia wprowadzenie zmian w oprogramowaniach poszczególnych radiostacji, zmianę ustawień parametrów technicznych oraz automatyczne wykrywanie niesprawności w bieżącej eksploatacji zintegrowanego systemu łączności, którego głównym elementem jest serwer komunikacyjny.

Omówione narzędzia diagnostyczne pozwalają integrować nowoczesne radiostacje pokładowe stosowane w lotnictwie wojskowym, wspomagają także proces diagnozowania i testowania nowych urządzeń radiokomunikacyjnych oraz stanowią bazę do dalszego rozwoju zintegrowanych systemów

łączności. Posiadanie takiego stanowiska integracyjnego oraz aparatury kontrolno-diagnostycznej pozwala uzyskać możliwości firm zachodnich w zakresie integrowania nowych urządzeń łączności na współczesnym poziomie technologicznym oraz diagnostyki technicznej systemów.

Słowa kluczowe: diagnostyka radiostacji pokładowych, zintegrowany system łączności

1. Wstęp

Współczesne zachodnie rozwiązania w zakresie łączności lotniczej bazują na rozwiązaniach informatycznych, a typowy system łączności stanowi analogię systemu komputerowego pracującego na cyfrowej szynie wymiany danych wg przyjętego standardu (m.in. MIL-1553B). Utrzymanie statku powietrznego jako wartościowego środka bojowego na współczesnym polu walki wymaga stałego podwyższania jego zdolności operacyjnych i zdolności przetrwania. Łączność jest jednym z głównych narzędzi na pokładzie statku powietrznego, a zasadnicze wymagania wobec niej są niezmiennie od wielu lat (tj. bezpieczna, pewna i skryta). Współcześnie oznacza to zabezpieczenie transmisji radiowej przed przechwyceniem oraz rozszyfrowaniem korespondencji radiowej przez przeciwnika. Ze względu na wieloosobową załogę oraz przewożone zespoły zadaniowe (np. grupy bojowe, zespoły medyczne itp.) system łączności na pokładzie śmigłowca jest bardziej skomplikowany niż w samolocie bojowym. Musi zapewnić łączność osobom znajdującym się na pokładzie, a załoga i dowódca grupy zadaniowej muszą utrzymywać łączność z pokładem śmigłowca z innymi jednostkami (np. stanowiskiem dowodzenia, konwojem, innymi statkami powietrznymi itp.). Wychodząc naprzeciw tym wymaganiom oraz w celu poprawy tzw. świadomości sytuacyjnej pilota/załogi w zakresie łączności radiowej, w Zakładzie Awioniki ITWL opracowano zintegrowany system awioniczny (ZSA), którego podsystemem jest system łączności radiowej.

Stanowi on informatyczny zestaw radiostacji lotniczych i taktycznych niezbędny do realizacji zadania przez cały czas lotu. Zapewnia on łączność wewnętrzną i zewnętrzną na pokładzie śmigłowców wojskowych z rodziny Mi i W-3PL „Głuszc”. Jest typowym przykładem obiektu technicznego, od którego wymaga się realizacji skomplikowanych funkcji z zachowaniem wysokich wskaźników niezawodności i żywotności. Jest to możliwe poprzez racjonalne wykorzystanie gromadzonej w procesie eksploatacji informacji diagnostycznej. Pomiar parametrów z poszczególnych elementów składowych zintegrowanego systemu łączności, dokumentowanie (zapis, przechowywanie parametrów), przetwarzanie (prognozowanie, generowanie, odnawianie, ocenianie stanu technicznego systemu) informacji diagnostycznej jest realizowane przez specjalnie do tych celów budowane systemy diagnostyczne obejmujące środki i metody diagnozowania. Zastosowanie komputera pozwala racjonalnie wykorzystywać uzyskiwane podczas badań obsługowo-diagnostycznych duże zbiory wyników z przeprowadzonych pomiarów, które dzięki ich przetwarzaniu mogą być przeliczane na wymagane zmiany wartości nastaw regulacyjnych diagnozowanych

radiostacji pokładowych, dane dotyczące lokalizacji uszkodzeń, a także prognozę stanu technicznego urządzeń wchodzących w skład zintegrowanego systemu łączności. Obecnie wszystkie współczesne zintegrowane systemy awioniczne wyposażone są w systemy diagnostyczne [1, 2].

2. Analiza architektury zintegrowanego systemu łączności dla śmigłowców wojskowych lotnictwa Sił Zbrojnych RP

W celu dostosowania do potrzeb współczesnego pola walki polskich śmigłowców wojskowych podczas modernizacji zabudowano na ich pokładzie zintegrowany system łączności (ZSŁ), który zapewnia komunikację pomiędzy śmigłowcami a systemami naziemnymi i stanowiskami kontroli przestrzeni powietrznej. Pozwala pilotowi/załodze na wybór dowolnej radiostacji lub abonenta i prowadzenie korespondencji wewnętrznej i zewnętrznej. System łączności radiowej na pokładzie śmigłowca 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, które zostały poddane integracji.

Na śmigłowcach Mi-8/Mi-17/Mi-24 zintegrowany system łączności (rys. 1) obejmuje serwer komunikacyjny, pulpity sterowania 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).



Rys. 1. Widok kabiny z elementami zintegrowanego systemu łączności na śmigłowcach Mi-17/Mi-24

Głównym elementem zintegrowanego systemu łączności jest serwer komunikacyjny, zarządzający systemem łączności radiowej. Serwer komunikacyjny składa się z pakietów sterujących i zarządzających, które są odpowiednio oprogramowane. Załoga śmigłowca steruje poprzez pulpity sterowania i urządzenia dedykowane dla

radiostacji elementami zintegrowanego systemu łączności. W zależności od przeznaczenia śmigłowca wojskowego i stopnia komplikacji do serwera komunikacyjnego przekazywane są parametry z poszczególnych radiostacji oraz dane radionawigacyjne (w tym tzw. sygnały specjalne). Na pokładzie śmigłowca W-3PL „Głuszc” zabudowano zintegrowany system awioniczny (tzw. makrosystem), a jednym z jego elementów składowych jest zintegrowany system łączności. Kabina śmigłowca W-3PL (rys. 2) zawiera dwa monitory wielofunkcyjne, które sterują systemem łączności, informują o stanie pracy poszczególnych radiostacji i sprawności pozostałych elementów zintegrowanego systemu awionicznego. Wybór trybu pracy zależy od decyzji pilota/załogi. Dotyczy to także kabiny pasażerskiej, gdzie zabudowany jest monitor wielofunkcyjny dowódcy desantu/lekarza. Każdy z członków załogi dysponuje własnym monitorem, na którym ma zobrazowany komplet danych niezbędnych do realizacji zadania. Zobrazowania na każdym z trzech monitorów wielofunkcyjnych są w pełni niezależne [2].

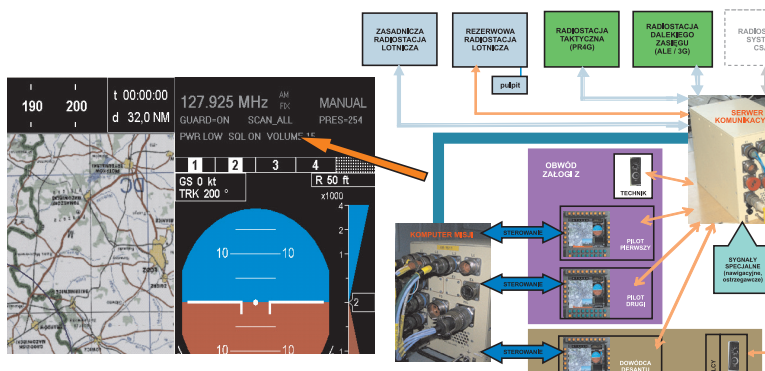


Rys. 2. Widok kabiny śmigłowca W-3PL „Głuszc” z elementami zintegrowanego systemu awionicznego (po prawej monitor w kabine pasażerskiej)

Na ekranie monitora wielofunkcyjnego widać m.in. stany połączeń zewnętrznych i wewnętrznych, rodzaj łączności oraz parametry pracy poszczególnych radiostacji lotniczych i taktycznych.

Ogólny schemat organizacji zintegrowanego systemu łączności dla śmigłowca W-3PL „Głuszc” (rys. 3) obejmuje serwer komunikacyjny, monitory wielofunkcyjne oraz integrowane radiostacje pokładowe.

Cechą charakterystyczną tego systemu jest wielofunkcyjność, co powoduje, że zarówno pilot–dowódca (lewe stanowisko) jak i pilot–nawigator (prawe stanowisko) ma możliwość jednoczesnego korzystania z systemu łączności radiowej oraz wyboru — trybu pracy urządzeń radionawigacyjnych w zakresie tzw. sygnałów nawigacyjnych i ostrzegawczych pozyskiwanych m.in. z systemów VOR, ARK, TACAN, MRK oraz RW i IFF [2, 4].



Rys. 3. Ogólny schemat organizacji zintegrowanego systemu łączności dla śmigłowca W-3PL „Głuszc”

3. Narzędzia badawcze wykorzystywane w diagnozowaniu stanu technicznego urządzeń zintegrowanego systemu łączności

Wykonane analizy oraz zgromadzone w trakcie badań doświadczenia pozwoliły na opracowanie i budowę stanowiska integracyjnego oraz aparatury kontrolno-diaagnostycznej [3, 5] przeznaczonych do uruchamiania i testowania opracowywanych „aplikacji oprogramowania” obsługi poszczególnych radiostacji pokładowych zintegrowanego systemu łączności oraz ich diagnozowania podczas bieżącej eksploatacji (rys. 4).



Rys. 4. Widok stanowiska integracyjno-diaagnostycznego z elementami sterowania zintegrowanego systemu łączności

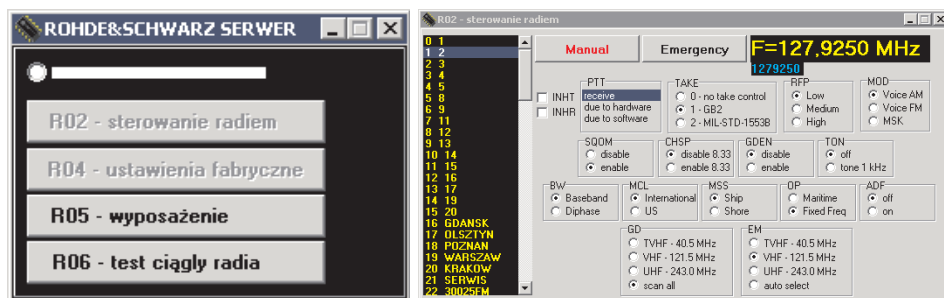
Istotną zaletą jest możliwość symulacji poprzez zastosowany serwer komunikacyjny wybranej radiostacji lotniczej lub taktycznej w różnych wariantach pracy. Na stanowisku zabudowany jest także komputer przenośny, który służy do diagnozowania stanu technicznego serwera komunikacyjnego oraz poszczególnych radiostacji zintegrowanego systemu łączności [5, 6]. Umożliwia on m.in. wprowadzanie i testowanie oprogramowania poszczególnych radiostacji, serwera komunikacyjnego oraz przygotowanie planów łączności radiowej.

W warstwie programowej stanowisko wykorzystuje 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 oddzielnych elementów składowych. Zastosowanie tego typu aparatury kontrolno-diagnostycznej 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.

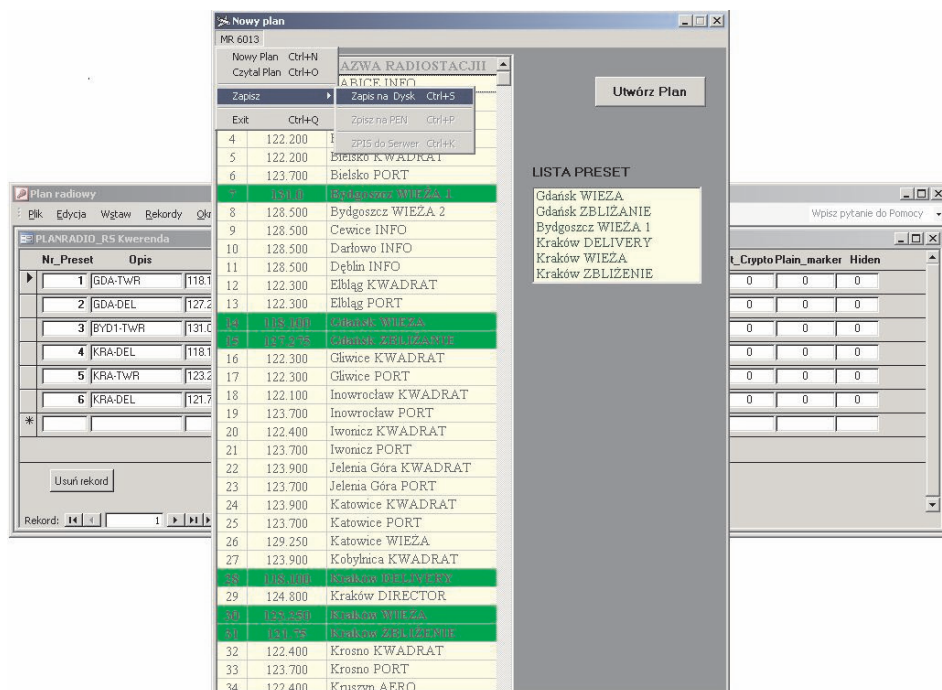
Celem tego trybu sprawdzenia jest bieżący monitoring prawidłowości funkcjonowania wielozakresowego nadajnika/odbiornika radiostacji, dzięki czemu zapewnione są optymalne warunki pracy poszczególnych radiostacji. Realizacja wymienionych wyżej funkcji możliwa jest poprzez uruchomienie wybranej aplikacji narzędziowej. Aplikacje narzędziowe zostały opracowane na bazie środowiska WINDOWS XP z wykorzystaniem zestawu baz danych programu Office Access oraz klasycznego systemu interfejsów użytkownika i aplikacji dostarczonej przez firmę Harris (rys. 5).

Dodatkowo zestaw kontrolno-diagnostyczny umożliwia tworzenie i programowanie tzw. planu łączności radiowej dla poszczególnych typów radiostacji.



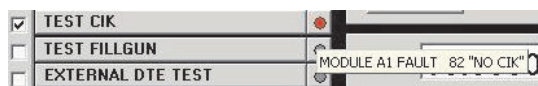
Rys. 5. Widok panelu testowania radiostacji lotniczej za pomocą zestawu diagnostycznego

Przykładowo, oprogramowanie o nazwie PLAN R & S służy do kompleksowego przygotowania planu łączności dla radiostacji ROHDE & SCHWARZ oraz do tworzenia pliku bazy danych umożliwiającego programowanie radiostacji w trybie pracy FIX. Oprogramowanie pozwala na 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, odstępów międzykanałowe, rodzaj modulacji (rys. 6).



Rys. 6. Widok formularza planu radiowego radiostacji ROHDE & SCHWARZ

Przygotowany plan łączności radiowej może być zaimplementowany bezpośrednio do serwera komunikacyjnego lub radiostacji. Diagnozowanie urządzeń obejmuje także m.in.: kopiowanie plików pomiędzy serwerem komunikacyjnym a laptopem poprzez sieć oraz pracę przy pomocy zdalnego pulpitu. Kolejnym przykładem jest przeprowadzenie testu na żądanie i informacja o ewentualnych usterkach i pracy poszczególnych modułów radiostacji taktycznej Harris, gdzie wyniki testu będą sygnalizowane kolorem kontrolki (kolor zielony — prawidłowe działanie, kolor czerwony — uszkodzenie). Jeżeli wynik testu jest negatywny, można dowiedzieć się więcej o błędzie np. lokalizacja niesprawności z dokładnością do modułu funkcjonalnego radiostacji). W tym celu należy najechać kursorem na czerwoną kontrolkę po prawej stronie przycisku, pokaże się wtedy podpowiedź dotycząca błędu (rys. 7).



Rys. 7. Widok panelu testowania i wykrywania błędów w radiostacji Harris

Diagnozowanie zintegrowanego systemu łączności może być prowadzone w czasie rzeczywistym. Zbieranie, rejestrowanie i przetwarzanie różnej informacji diagnostycznej może odbywać się bezpośrednio na statku powietrznym przed lotem, po próbie i po wykonaniu zadania lotniczego.

3. Wnioski i podsumowanie

Dzięki „ucyfrowieniu” i wprowadzeniu na pokład śmigłowców wojskowych zintegrowanego systemu łączności, zmodernizowane śmigłowce stały się pomostem pomiędzy śmigłowcami ze „starą techniką analogową” a planowanymi do wprowadzenia śmigłowcami nowego typu. Każdy statek powietrzny starszej generacji, po zabudowie współczesnego systemu awionicznego, którego jednym z podsystemów jest system łączności radiowej, poszerza swoje możliwości użytkowe o zastosowania dotychczas dla niego nieosiągalne, jak wielofunkcyjność oraz zdolność do działania w mocno rozwijającym się tzw. środowisku sieciocentrycznym. Budowa takiego systemu od strony tzw. Hardware, czyli zakupu radiostacji pokładowych, nie stwarza obecnie większego problemu, za to dużym wyzwaniem jest opracowanie odpowiedniego, skutecznego i niezawodnego oprogramowania, spełniającego wymagania w celu zapewnienia łączności zewnętrznej i wewnętrznej na pokładzie statku powietrznego oraz diagnostyki tych urządzeń podczas eksploatacji. Omówione narzędzia diagnostyczne pozwalają integrować nowoczesne radiostacje pokładowe stosowane w lotnictwie wojskowym, a także wspomagają proces diagnozowania i testowania nowych urządzeń radiokomunikacyjnych, stanowią bazę do dalszego rozwoju na współczesnym poziomie technologicznym oraz diagnostyki technicznej systemów. Pozwalają na optymalizację procesu eksploatacji systemu awionicznego na danym typie statku powietrznego, generują ekonomiczny zysk w postaci m.in. wydłużonego czasu bezawaryjnej pracy, liczby unikniętych uszkodzeń systemu, polepszają się także warunki pracy pilota/załogi podczas wykonywania zadania bojowego w każdych warunkach atmosferycznych.

LITERATURA

- [1] J. LEWITOWICZ i in., *Problemy badań i eksploatacji techniki lotniczej*, Cz. 2, Warszawa, BT ITWL, 1993.
- [2] A. PAZUR, *Badanie niezawodności systemów łączności zintegrowanych w oparciu o specjalizowany serwer komunikacyjny*, Warszawa, BT ITWL, 2010.

- [3] A. PAZUR i in., *Opracowanie technologii oraz stanowiska do optymalizacji zintegrowanego systemu awionicznego na pokłady statków powietrznych*, praca zbiorowa, Warszawa, BT ITWL, 2008.
- [4] A. PAZUR i in., *Technologia wykonywania obsługi serwisowej zintegrowanego systemu łączności śmigłowca Mi-8, Mi-17, (Mi-17-1V), Mi-24 co 2 lata eksploatacji*, praca zbiorowa, Warszawa, BT ITWL, 2008.
- [5] A. PAZUR i in., *Technologia wykonywania obsługi serwisowej zestawu aparatury kontrolno-pomiarowej do zintegrowanego systemu łączności typu ZDZSŁ-1*, praca zbiorowa, Warszawa, BT ITWL, 2009.
- [6] A. PAZUR i in., *Instrukcja obsługi nr 148/43/2009 zestawu aparatury kontrolno-pomiarowej do zintegrowanego systemu łączności ZDZSŁ-1*, praca zbiorowa, Warszawa, BT ITWL, 2009.

A. PAZUR, E. SIEKIERSKA, P. JANIK

Methods and software tools of Integrated Communication Systems diagnostics on the aircraft board

Abstract. The article presents research methods which are utilized at the Air Force Institute of Technology, to start, test and diagnose integrated communication systems in the scope of the set of radios (aerial and tactical) and functions realized by their software on board the aircraft.

The research problem presented in this article was characterized through work out and construction of the integration station, which is designed to activate aircraft radios integrated on the base of the digital data buses (e.g. according to MIL-1553B) and through the mobile testing and diagnostic equipment set which is used to prepare radio plans and then transport them to the aircraft, moreover to diagnose aircraft radios from integrated communication system during maintenance. On board data transfer net, the whole integration software for the particular radios and the architecture and organization of the radio communication system, e.g. communication server's architecture, was elaborated at the Division for Avionics, AFIT.

The integration station and testing-diagnostic equipment enable us to integrate modern aircraft radios and elements of integrated communication systems on board of the military helicopters, e.g. "Mi" family helicopters and W-3PL "Głuszc" helicopter. There are presented selected tasks realized by this station and some problems connected with the activation and testing of the prepared software which integrates communication equipment concerning functionality and reliability of its operation. Application of computer diagnostics system enables the operator to make a correction, improvement in particular radio's software, change the technical parameters and automatic detection of failures during basic maintenance of integrated communication system, which main element is a communication server. Diagnostic methods presented in this article allow us to integrate modern aircraft radio sets used in the Air Force, assist the process of diagnosing and testing of modern radio-communication equipment and offer a solid base for further development of integrated communication systems. Possession of such an integration station and testing-diagnostic equipment set enables us to reach the capabilities of western companies considering modern communication devices integration with respect to the current technological know-how and up-to-date technical systems' diagnostics aspects.

Keywords: aircraft radio's diagnostics, integrated communication system

