



Ewelina SIEKIERSKA, Andrzej PAZUR, Andrzej SZELMANOWSKI

MOŻLIWOŚCI NAHEŁMOWEGO SYSTEMU PREZENTACJI DANYCH W ZAKRESIE ZOBRAZOWANIA INFORMACJI PRZEKAZYWANYCH Z SYSTEMU IDENTYFIKACJI STATKU POWIETRZNEGO

Streszczenie

W referacie omówiono rolę elementów Systemu Wtórnej Radiolokacji jako urządzeń identyfikacji w zakresie rodzaju znakowania wykrytych celów na „swój-obcy” oraz rozdziału „swoich” celów na podstawie zasady indywidualnej (selektywnej) identyfikacji SIF (Selective Identification Feature) w oparciu o ekrany naziemnych stacji radiolokacyjnych. Przeanalizowano możliwości nahełmowego zobrazowania informacji pozyskiwanej z interrogatora, w których dzięki nowoczesnemu systemowi awionicznemu i możliwości przedstawienia informacji pozyskiwanych z systemu identyfikacji, pilot (załoga) w trakcie realizacji różnych etapów zadania będzie informowany o najważniejszych i niezbędnych danych dotyczących rozpoznania innych statków powietrznych (obiektów, celów). Powyższa propozycja zobrazowania informacji pozwoli załodze skoncentrować się na wykonaniu misji bez konieczności przenoszenia wzroku na tablice przyrządów pilotażowo-nawigacyjnych, co wpłynie pozytywnie na bezpieczeństwo lotu i skróci czas reakcji na podjęcie decyzji w czasie wykonywania zadania lotniczego. Na podstawie wyników wstępnych analiz prac prowadzonych przez ITWL w ramach śmigłowca W-3PL „Głuszc”, przedstawiono koncepcję zobrazowania wyniku identyfikacji statku powietrznego (obiektu, celu) w oparciu o nahełmowy system celowniczy.

WSTĘP

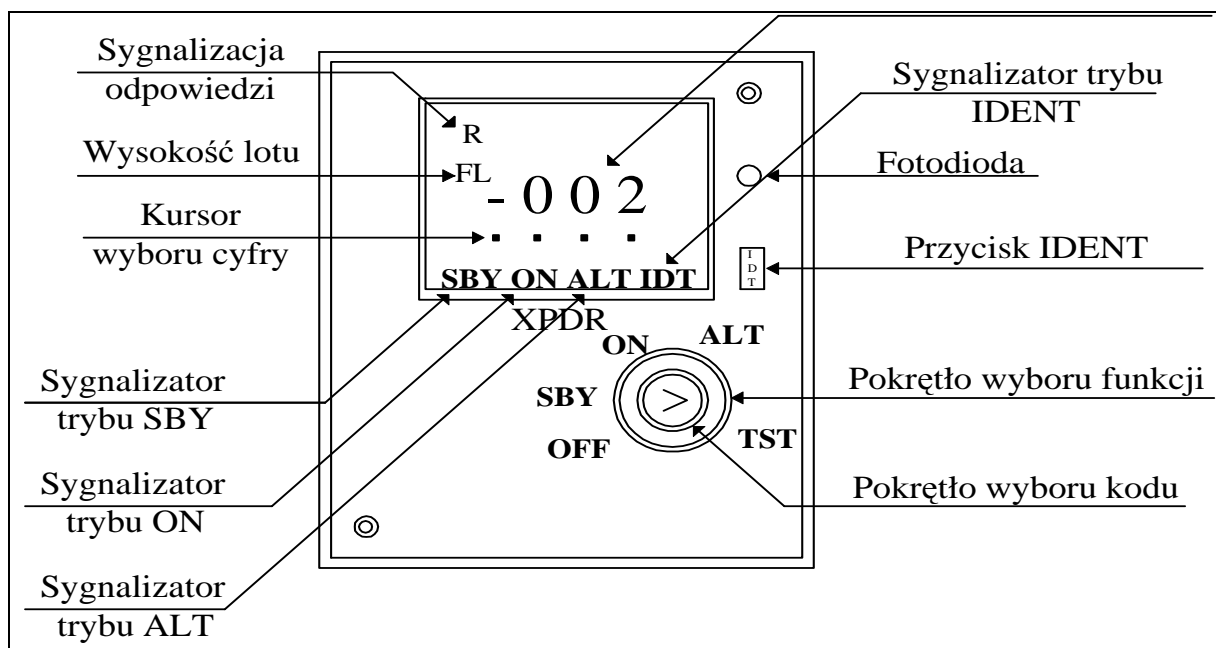
Aktualnie zintegrowane systemy awioniczne obejmują m.in. nahełmowe systemy prezentacji danych, których głównym zadaniem jest m.in. poprawa bezpieczeństwa i świadomości sytuacyjnej pilota w dzień i w nocy na współczesnym polu walki [4, 6, 7]. Nową potrzebą związaną z nahełmowym systemem prezentacji danych jest wykorzystanie informacji pochodzącej z systemu rozpoznania „swój-obcy” IFF (Identification Friend or Foe) w postaci zobrazowania znacznika rozpoznania statku powietrznego (obiektu, celu). Elektroniczna integracja poszczególnych urządzeń tworzących system awioniczny za pomocą cyfrowej szyny danych powoduje, że możliwe jest zobrazowanie informacji o statku powietrznym (m.in. wynik identyfikacji, wysokość lotu, kody specjalne), która może być podawana bezpośrednio na wizjer hełmu pilota w systemie zobrazowania nahełmowego. Jednym z takich urządzeń jest transponder, który stanowi integralną część Radarowego Systemu Kontroli Ruchu Lotniczego.

System ten obejmuje kompleks naziemnych, samolotowych i okrętowych urządzeń zapewniających określenie przynależności państwowej wykrytych obiektów we wszystkich rodzajach wojsk na podstawie jednolitego systemu kodowania sygnałów [1, 8]. Dodatkowo urządzenia rozpoznania spełniają pomocniczą funkcję w systemie obserwacji radiolokacyjnej i pracują w kompleksie stacji radiolokacyjnych realizujących pomiar współrzędnych celów jako obiektów pasywnych.

1. ANALIZA ISTNIEJĄCYCH SYSTEMÓW IDENTYFIKACJI „MARK”

1.1 Transponder typu (Atrbs)

Standardowy system identyfikacji „MARK” powstał na początku lat sześćdziesiątych po wprowadzeniu przez Stany Zjednoczone trybu kryptograficznego. Podstawowym celem działania powyższego systemu było m.in. uniknięcie sytuacji takich jak: wykrycie i identyfikacja własnego obiektu nad terytorium przeciwnika przez siły obce, występowanie obaw pilota przed wykryciem i zidentyfikowaniem przez wroga (skutkowało wyłączeniem przez niego transpondera i zwiększało prawdopodobieństwo zniszczenia przez własną obronę) oraz wykorzystywanie zarejestrowanych odpowiedzi przez przeciwnika i użycie ich w celu maskowania ataku. Transpondery wchodzą w skład systemów wtórnej radiolokacji (SWR). Zasadniczo występuje podział na dwa rodzaje transponderów [1, 3, 5]. Według niego wyróżnia się transpondery stosowane na samolotach cywilnych, które umożliwiają współpracę z cywilnymi systemami kontroli ruchu lotniczego ATC RBS (Air Traffic Control Radio Beacon System) oraz transpondery wojskowe w ramach systemu identyfikacji IFF (Identification Friend or Foe). Odpowiadając na zapytania radarów wtórnych ww. transpondery umożliwiają czynności tj.: znakowanie samolotów na cywilne i wojskowe, przekazywanie informacji o barometrycznej wysokości lotu, przekazywanie informacji o numerze lotu, przesyłanie sygnałów o niebezpieczeństwie, indywidualne rozpoznanie samolotu (rys. 1.).



Rys. 1. Pulpit sterowania transpondera KFS 576 [5]

1.2 Transponder systemu identyfikacji „IFF”

Transpondery systemu IFF występują na statkach powietrznych o przeznaczeniu militarnym. Umożliwiają one pracę z cywilnymi systemami kontroli ruchu lotniczego oraz stosowane są w celach wojskowych do indywidualnego rozpoznania przynależności państwowej obiektu w zakresie „swój-obcy” (IFF- Identification Friend or Foe). System identyfikacji IFF wg [8] składa się z naziemnych, samolotowych i okrętowych urządzeń zapewniających identyfikację wykrytych obiektów we wszystkich rodzajach wojsk. System ten zapewnia rozpoznanie samolotów i okrętów w następujących relacjach: samolot-samolot, samolot-okręt, okręt-samolot, ziemia-samolot, okręt-okręt, brzeg-okręt.

Transponder systemu IFF odpowiada na kodowane zapytania również kodowanym sygnałem rozpoznawczym. W celu zapobieżenia maskowania się samolotów bojowych wroga własnym kodem jest on utajniony i zmieniany codziennie, a w razie potrzeby kilkakrotnie w ciągu doby. Wiarygodność odpowiedzi odebranej przez interrogator jest odpowiednio szacowana w celu określenia charakteru obiektu („swój” – prawdopodobnie „swój” – „obcy” lub brak odpowiedzi).

Nowe konstrukcje transponderów systemu IFF oprócz swojego trybu pracy mogą odpowiadać modami A, C i S (fot. 1).

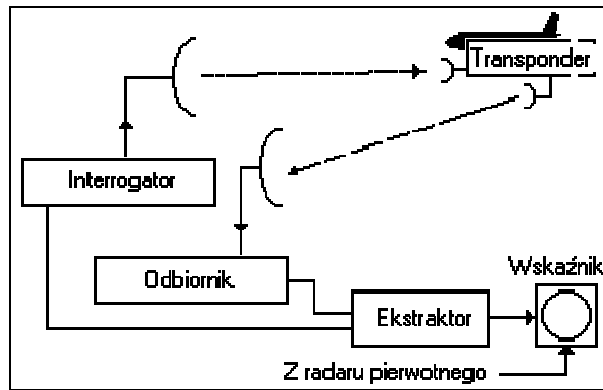


Fot. 1. Pulpit sterowania transpondera typu IFF [5]

Cywilny system rozpoznania określa wykorzystanie czterech trybów pracy (modów), które zostały oznaczone literami A, B, C, D. Z kolei wojskowy system IFF przewiduje wykorzystanie minimum trzech rodzajów pracy – SIF oznaczonych cyframi 1, 2, 3 oraz opcjonalnie kryptograficznego rodzaju pracy – 4 (Secure).

1.3 Zasada działania systemu “IFF”

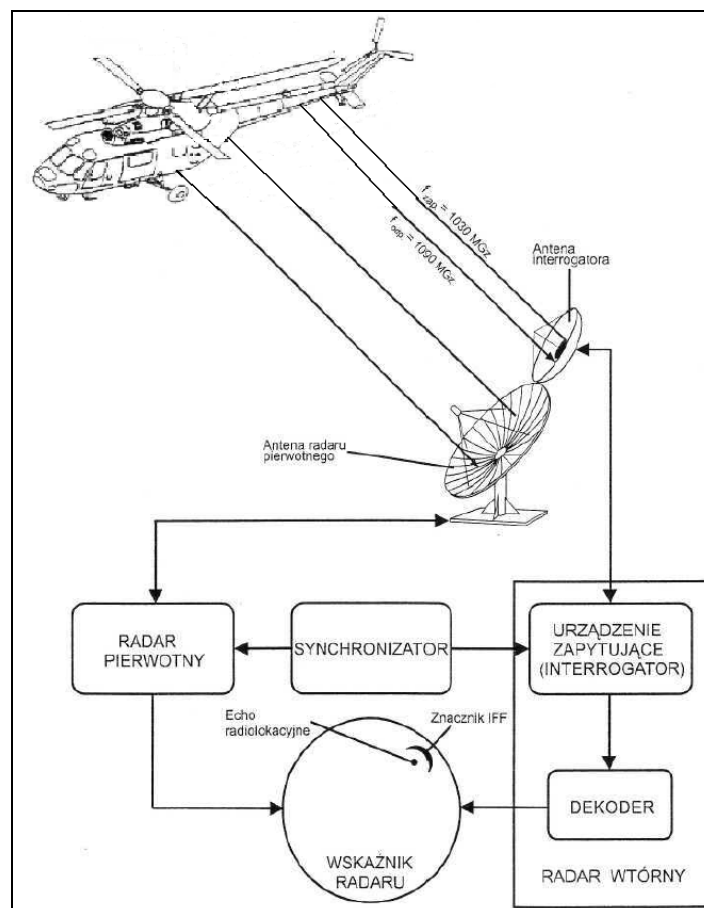
Działanie systemu opiera się na aktywnym zapytaniu i aktywnej odpowiedzi w celu wspomaganie szybkiej i pozytywnej identyfikacji obiektu (rys. 2.).



Rys. 2. Zasada działania systemu IFF [5]

Radar pierwotny na podstawie echa radiolokacyjnego wyznacza współrzędne płaskie obiektu powietrznego. Naziemny interrogator pracuje synchronicznie z radarem pierwotnym i dostarcza do systemu zdekodowane informacje otrzymane z transpondera. W systemie następuje korelacja wykryć radaru pierwotnego i informacji uzyskanych z transpondera [8].

Reasumując radar wtórny uzupełnia tylko radar pierwotny, ponieważ "widzi" tylko samoloty wyposażone w transponder. Przez powyższe umożliwia ich identyfikację i odczyt wysokości. Najczęściej oba radary występują jednocześnie poprzez ustawienie anteny radaru wtórnego na antenie radaru pierwotnego (rys. 3.).



Rys. 3. Współpraca elementów systemu IFF [5]

Nadajnik radaru wtórnego wysyła ciągi impulsów, zwane zapytaniami na częstotliwości 1030 MHz. Zapytania są wysyłane kierunkowo, jak impulsy sondujące radaru pierwotnego. Jeżeli zapytanie zostanie odebrane przez antenę transpondera na pokładzie samolotu

i zostanie zidentyfikowane jako prawidłowe, transponder odpowie innym ciągiem impulsów (odповідzią) na częstotliwości 1090 MHz. Operator urządzenia zapytującego systemu IFF uruchamia proces identyfikacji obiektów przez wybór takich parametrów jak: rodzaju zapytania, żądanego kodu odpowiedzi, rodzaju znacznika dla sygnału odpowiedzi w zależności od rodzaju zapytania. Rozróżnia się następujące tryby (mody) pracy transpondera: 3/A, B, C, S. Mod pracy transpondera 3/A przeznaczony jest do identyfikacji samolotów wojskowych i cywilnych. Mod B – jest typowo modem cywilnym przydzielonym przez kontrolę ruchu lotniczego. Mod C – dodatkowo określa wysokość lotu z enkodera wysokości. Mod S – umożliwia pracę w modach 3/A i C oraz dodatkowo umożliwia pracę między radarem i statkiem powietrznym.

Podstawową cechą odróżniającą „Mod S” od pozostałych modów jest możliwość przypisywania każdemu statkowi powietrznemu unikatowego kodu adresowego, przy pomocy którego można kierować zapytania do konkretnego obiektu oraz jednocześnie identyfikować przesyłane z niego odpowiedzi. Ponadto poprzez ustawienie właściwej synchronizacji zapytań można zniwelować wzajemne zakłócanie się sygnałów pochodzących ze statków powietrznych przebywających w swoim sąsiedztwie. Poprzez zastosowanie unikalnych adresów występuje możliwość zamieszczania w każdym zapytaniu i odpowiedzi danych przesyłanych lub otrzymywanych z konkretnej platformy z wykorzystaniem oddzielnego łącza danych. Omówione powyżej mody pracy używane są w sposób naprzemienny.

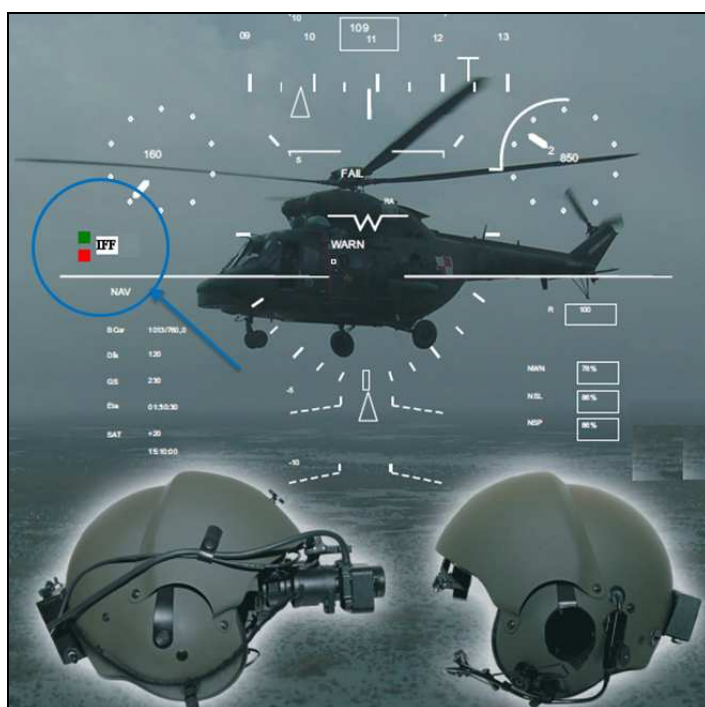
Struktura sygnałów zależna jest od charakteru zapytania i odpowiedzi. I tak sygnały zapytania w systemie „MARK” realizowane są z wykorzystaniem trzech impulsów.

Sygnał odpowiedzi to dwa impulsy, które zawierają informacje o numerze lotu (mod pracy A) albo o barometrycznej wysokości lotu. Informacja o numerze lotu przekazywana jest trójpozycyjnym kodem. Całkowita liczba numerów lotów wynosi 4096. Informacja o wysokości lotu przekazywana jest specjalnym trójpozycyjnym kodem umożliwiającym przesłanie informacji o wysokości z krokiem co 100 stóp (39,48m). Pozostałe sygnały przesyłane ze statku powietrznego w zależności od modu pracy przedstawiają się następująco:

- 1) Sygnał „NIEBEZPIECZEŃSTWO” - w modach 1 i 2 sygnał składa się z właściwego ciągu impulsów odpowiedzi dla danego modu tzn.: w modzie 3/A sygnał składa się z jednego ciągu impulsów odpowiedzi przy ustawieniu kodu 7700, natomiast w modzie C nie można wysłać sygnału „NIEBEZPIECZEŃSTWO”.
- 2) Sygnały SPECJALNE - w modzie 1 pilot może przesyłać informacje określone kodem: * 7700-sytuacja awaryjna,* 7600- utrata łączności, * 7500- nielegalna interwencja w działania załogi (uprowadzenie)* 0000- zarezerwowany zgodnie z ustaleniami regionalnymi w charakterze kodu ogólnego przeznaczenia,* 2000- zarezerwowany do wykorzystania w celu zabezpieczenia rozpoznania obiektu powietrznego lecącego w warunkach braku widoczności IFR, który nie uzyskał jakichkolwiek wskazówek o wykorzystaniu transpondera od organów kierowania ruchem lotniczym, * 7000- zarezerwowany do wykorzystania w celu zabezpieczenia rozpoznania obiektu powietrznego lecącego w warunkach z widocznością VFR który nie uzyskał jakichkolwiek wskazówek o wykorzystaniu transpondera od organów kierowania ruchem lotniczym,* 7777- (BEACON) zarezerwowany dla celów naziemnego monitorowania jakości pracy urządzeń zapytujących,* 7711-7717 oraz 7721-7727 zarezerwowane dla potrzeb poszukiwania i ratownictwa [1, 3].

2. PROPOZYCJA MOŻLIWOŚCI NAHELMOWEGO SYSTEMU PREZENTACJI DANYCH W ZAKRESIE ZOBRAZOWANIA INFORMACJI PRZEKAZYWANYCH Z SYSTEMU „IFF”

Mając na celu poprawę świadomości sytuacyjnej pilota (załogi) poprzez wykorzystanie nahałmowego systemu celowniczego opracowanego w Zakładzie Awioniki ITWL istnieje możliwość nahałmowego zobrazowania informacji identyfikacji statku powietrznego przekazywanych z systemu IFF [2]. W przyszłości integracja elementów Systemów Wtórnej Radiolokacji (SWR), tj. transpondera i interrogatora z nahałmowym system celowniczym, pozwoli na przekazywanie na wyświetlacz pilota informacji o sygnałach i zagrożeniach pozyskiwanych z systemu identyfikacji (fot. 2.).



Fot. 2. Przykład zobrazowania informacji z systemu IFF w oparciu o nahałmowy wyświetlacz celowniczy [2]

Na wyświetlaczu nahałmowego systemu celowniczego zobrazowane są dane pilotażowo-nawigacyjne oraz dane systemu uzbrojenia. Dodatkowo rozszerzając ukończenie śmigłowca wojskowego o interrogator istnieje możliwość zobrazowania informacji w postaci znacznika (sygnalizacji wyświetlania sygnałów niebezpieczeństwa i sygnałów specjalnych) pozyskiwanych z systemu IFF (fot. 3. i fot. 4.).

1.



Fot. 3. Przykładowe zobrazowanie znacznika systemu IFF oraz parametrów pilotażowo-nawigacyjnych [2]



Fot. 4. Widok obrazu z systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem z uwzględnieniem systemu IFF [2]

Otwarta architektura zbudowanego w ITWL nahałmowego wyświetlacza celowniczego i pełna kontrola nad oprogramowaniem pozwala na przygotowywanie integracji i zarządzania nahałmowym systemem celowniczym śmigłowca wojskowego pod kątem pozyskiwania informacji z systemu identyfikacji IFF.

PODSUMOWANIE

Nahałmowe systemy celownicze zintegrowane z rozbudowanym na śmigłowcu wojskowym Systemem Wtórnej Radiolokacji umożliwiają zobrazowanie informacji otrzymywanej z systemu identyfikacji jak również podają komendy dyrektywne związane z wykonaniem zadania lub ostrzeżeniem o sytuacjach niebezpiecznych. Każdy śmigłowiec wojskowy wyposażony w ten system poszerzy swoje możliwości użytkowe uzyskując wielofunkcyjność w zakresie wykonywanych zadań. Utrzymanie statku powietrznego jako wartościowego obiektu bojowego na współczesnym polu walki zobowiązuje do ciągłej pracy nad podwyższeniem jego zdolności operacyjnych i możliwości przetrwania. Wprowadzenie na pokład śmigłowca W-3PL „Głuszc” zbudowanego w ITWL nowoczesnego systemu celowniczego oraz zabudowa interrogatora pozwala na prezentację danych uzyskanych z systemu identyfikacji IFF. Zobrazowanie na wyświetlaczu nahałmowym ważnej informacji, jaką jest identyfikacja statku powietrznego (celu, obiektu) pod kątem przynależności, podwyższyłoby nie tylko świadomość sytuacyjną pilota w ramach wykonywanego zadania, ale również skróciłoby czas na reakcję w przypadku zagrożenia dając w efekcie lepsze wykorzystanie systemu uzbrojenia. Ponadto zasadniczym celem integracji i zarządzania nahałmowego systemu celowniczego na pokładzie śmigłowca wojskowego w zakresie identyfikacji „swój-obcy” jest znaczne podniesienie poziomu bezpieczeństwa lotów, odciążenie pilota poprzez brak konieczności rozglądania się po wskaźnikach na kokpicie w czasie realizacji zadań taktycznych i operacyjnych.

CAPABILITIES OF THE HELMET-MOUNTED SYSTEM TO DISPLAY INFORMATION PASSED ON FROM SYSTEM IFF

Abstract

The part aviation transponders play as identification devices used to designate identified targets as 'friend' and 'foe' ones, and to select and separate the friendly ones using the Selective Identification Feature (SIF) (the collected information being then displayed on the screens of radar ground stations) has been presented in the paper. Capabilities to display information from aviation transponders on a helmet-mounted display system have been analysed. Owing to the integrated avionics system that processes information from the transponder, a pilot will receive the most essential data necessary to identify other aircraft/targets/objects while performing various stages of his mission. Making use of effects of work performed by ITWL under the W-3PL "Głuszec" project, the conception of how to display results of the aircraft/target/object identification using the joint helmet mounted cueing system has been presented.

BIBLIOGRAFIA

1. Bilski J., Polak Z., Rypulak A.: *Awionika, przyrządy i systemy pokładowe*. Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych. Dęblin 1999.
2. Borowski J., Szporcka Z.: *System Wyświetlania Parametrów Lotu SWPL-1 dla śmigłowców Mi-17. Opis techniczny i Instrukcja Użytkowania*, BT ITWL, Warszawa 2011.
3. Cole W. H.: *Understanding radar*, 1988.
4. Girolamo H., Rash C., Gilroy T.: *Advanced Information Display for the 21st Century Warrior*, USAART 1997.
5. Materiały reklamowe firmy AEROFLEX: *Transponders and TCAS systems*, 2012.
6. Materiały reklamowe firmy LOCKHEED MARTIN: *A new technology Joint Helmet-Mounted System for F-35 aircraft*, 2009.
7. Materiały reklamowe firmy BOEING: *Joint Helmet-Mounted Cueing System*, 2008.
8. Tuziak R., Szlęzak J.: *Urządzenia systemu radiolokacji*. Centrum Szkolenia Inżynierjno-Lotniczego. Oleśnica 2000.

Autorzy:

mgr inż. Ewelina SIEKIERSKA – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie

dr inż. Andrzej PAZUR – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie

dr inż. Andrzej SZELMANOWSKI – Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych w Warszawie