

Ryszard KALETA¹
Mariusz ZIEJA²
Anna BRYZEK³

INFORMATYCZNE WSPOMAGANIE PROCESU EKSPLOATACJI WOJSKOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

W artykule została przedstawiona analiza systemów informatycznych opracowanych w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych przeznaczonych do wspomagania procesu eksploatacji wojskowych statków powietrznych w zakresie zarządzania procesem użytkowania i obsługi oraz zarządzania zapasami i prowadzenia gospodarki materiałowej. Dla każdego systemu informatycznego została przedstawiona konfiguracja systemu, jego przeznaczenie i zakres zbieranych informacji.

INFORMATION TECHNOLOGY SUPPORT FOR MILITARY AIRCRAFT OPERATION & MAINTENANCE

In the paper an analysis of information systems dedicated to support for military aircraft operation and maintenance has been presented. The information and automation systems have been developed in Air Force Institute of Technology and are designed to enable maintenance, inventory and operational management occurring within the military aviation sector. Configuration management, practical application and the scope of collected data have been outlined in the paper.

1. WSTĘP

W referacie przedstawiono kompleksową analizę informatycznych systemów wspomagających proces eksploatacji wojskowych statków powietrznych. Systemy informatyczne, które zostały opracowane w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych zapewniają wsparcie w następujących obszarach funkcjonalnych:

- zarządzanie procesem użytkowania,
- zarządzanie procesem obsługi,

¹Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych; 01-494 Warszawa, ul. Księcia Bolesława 6.
tel: + 4822 685 10 76, e-mail: ryszard.kaleta@itwl.pl

²Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych; 01-494 Warszawa, ul. Księcia Bolesława 6.
tel: + 4822 685 19 81, e-mail: mariusz.zieja@itwl.pl

³Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych; 01-494 Warszawa, ul. Księcia Bolesława 6.
tel: + 4822 685 11 56, e-mail: anna.bryzek@itwl.pl

- zarządzanie procesem zaopatrywania,
- zarządzanie zapasami i gospodarką magazynową.

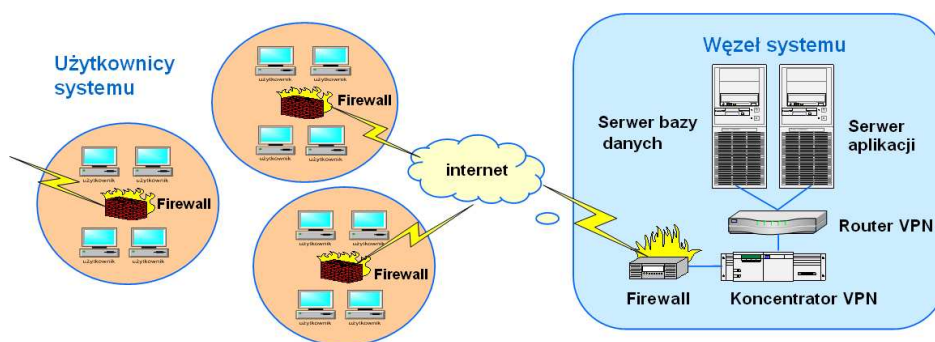
Jakość procesu eksploatacji wojskowych statków powietrznych ocenia się za pomocą zbioru wskaźników niezawodnościowych (takich jak: uszkodzalność, naprawialność, trwałość, podatność na naprawę) oraz wskaźników bezpieczeństwa. Jakkolwiek analiza i ocena procesu eksploatacji jest niemożliwa bez systemu informatycznego zapewniającego kompleksową i szczegółową informację o przebiegu eksploatacji każdego egzemplarza statku powietrznego, jego zespołów i agregatów. Wymierne efekty (również ekonomiczne) w zakresie zarządzania eksploatacją wojskowych statków powietrznych mogą zapewnić jedynie systemy informatyczne umożliwiające badanie niezawodności techniki lotniczej oraz analizę i ocenę występujących zagrożeń na podstawie rzeczywistej, szybko dostępnej informacji.

2. System analizy i oceny bezpieczeństwa lotów lotnictwa Sił Zbrojnych RP „TURAWA”

System „TURAWA” umożliwia bieżące śledzenie zdarzeń lotniczych, ich przyczyn i skutków, ocenę poziomu wyszkolenia personelu latającego oraz ocenę realizacji podejmowanych działań profilaktycznych. Zastosowanie najnowszych rozwiązań z zakresu projektowania baz danych, pozwala na zapewnienie otwartości systemu. Implementacja trójwarstwowej architektury (serwer aplikacji, serwer bazy danych, klient) umożliwia dalszy rozwój systemu (np. rozszerzanie zakresu jego funkcjonowania na pozostałe elementy procesu szkolenia lotniczego) oraz daje możliwość współpracy z innymi systemami (np. z systemem analizy i oceny niezawodności wojskowych statków powietrznych)[2, 4].

2.1. Konfiguracja systemu

System funkcjonuje w sieci komputerowej. Zaprojektowano go wg architektury trójwarstwowej (rys. 1), w której wyróżnić można:



Rys. 1. Schemat architektury trójwarstwowej systemu

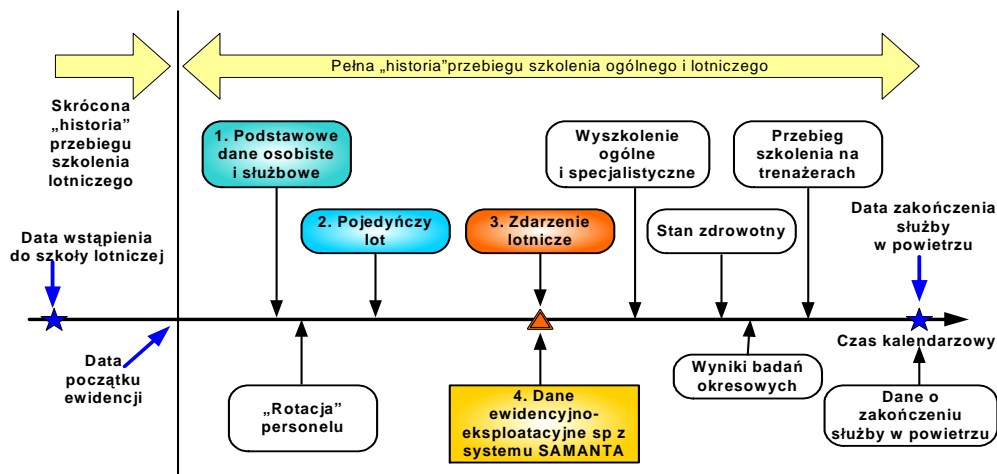
- warstwę klienta obejmującą komputery użytkownika systemu, z których każdy wyposażony jest w przeglądarkę stron (WWW),
- warstwę aplikacji, którą stanowi serwer zawierający logikę systemu,
- warstwę bazy danych, realizowaną za pomocą serwera bazy danych przechowującego zarejestrowane dane.

Użytkownik systemu może korzystać z dowolnego komputera posiadającego przeglądarkę internetową i połączenie z siecią rozległą (sieć komputerowa SZ RP, Internet). Łączy się on z serwerem aplikacji, który przesyła odebrane żądanie do serwera bazy danych. Serwer bazy danych realizuje odpowiedź na otrzymane zapytanie i zwrótnie, przez serwer aplikacji, odsyła ją do użytkownika systemu. Gromadzenie i przetwarzanie informacji odbywa się w bazie danych opartej na Oracle10g. Serwery aplikacji i bazy danych, połączone między sobą lokalną siecią komputerową, stanowią tzw. węzeł systemu, który znajduje się w ITWL, pełniącym funkcję administratora systemu.

2.2. Przeznaczenie

System zapewnia racjonalne sterowanie bezpieczeństwem lotów poprzez:

- połączenie poszczególnych użytkowników w jeden spójny system pracujący w sieci komputerowej;
- gromadzenie szczegółowej informacji o przebiegu procesu szkolenia lotniczego i bezpieczeństwie lotów każdego z członków personelu latającego, począwszy od dnia jego ewidencji w systemie, aż do zakończenia jego służby w powietrzu (rys. 2);



Rys. 2. Gromadzenie informacji o przebiegu procesu szkolenia i bezpieczeństwie lotów

- pozyskiwanie danych (o procesie szkolenia lotniczego i innych zadaniach wykonywanych w powietrzu) w sposób ciągły, bezpośrednio z eskadr, dywizjonów i pułków lotniczych;

- umożliwienie śledzenia „historii przebiegu szkolenia” każdego członka personelu latającego w aspekcie bezpieczeństwa lotów;
- generowanie informacji z banku danych dla każdego użytkownika, zgodnie z wcześniej przydzielonymi mu uprawnieniami;
- umożliwienie wprowadzania na każdym szczeblu nadrzędnym jednostki lotniczej dokumentów o charakterze nakazowym i następnie - śledzenia ich realizacji;
- umożliwienie prowadzenia szczegółowej i wszechstronnej analizy bezpieczeństwa lotów, obejmującej cały personel latający na wszystkich typach statków powietrznych eksploatowanych w lotnictwie wojskowym.

2.3. Zakres gromadzonej informacji

Podstawą wszelkich analiz, które umożliwia system są gromadzone w nim informacje. Podzielić je można na pięć zasadniczych zbiorów:

- **personel latający**: rejestrowane są dane o każdym członku personelu latającego, w tym: podstawowe dane ewidencyjne, przebieg służby wojskowej, wykształcenie cywilne i wojskowe, znajomość języków obcych, klasa specjalisty, poziom wykszolenia, uprawnienia, niezdolności do służby, stan zdrowia, pobyty w szpitalach, sanatoriach, urlopy i inne);
- **zdarzenia lotnicze**: rejestrowane są wszystkie zdarzenia lotnicze od incydentu do katastrofy lotniczej, w tym: klasa zdarzenia, miejsce, okoliczności i przebieg zdarzenia, opis warunków atmosferycznych, dane o załodze, dane o statku powietrznym, ekspertyzy komisji, przyczyny zdarzenia, niedociągnięcia, i inne;
- **loty**: rejestrowany jest każdy lot statku powietrznego, w tym: data i godzina startu, ogólny czas lotu, czasy lotu w poszczególnych warunkach atmosferycznych, rodzaj lotu, informacje o wykonywanych w locie ćwiczeniach, kontrolach oraz o wszystkich członkach załogi: funkcja na pokładzie i czas lotu w zasłoniętej kabinie;
- **statek powietrzny**: podstawowe dane ewidencyjno-eksploatacyjne każdego statku powietrznego uczestniczącego w zdarzeniu lotniczym;
- **profilaktyka**: dane o przedsięwzięciach profilaktycznych podejmowanych w wyniku badań każdego zdarzenia lotniczego, jak również o zaleceniach profilaktycznych wydawanych przez służbę bezpieczeństwa lotów na podstawie analiz problemowych zbioru zdarzeń lotniczych; rejestrowane są takie dane jak: przyczyna wprowadzenia profilaktyki, nazwa, i nr dokumentu nakazującego jej wprowadzenie, wydawca dokumentu, data wydania dokumentu, rodzaj i treść przedsięwzięcia profilaktycznego, adresaci zalecenia, termin realizacji oraz data wykonania.

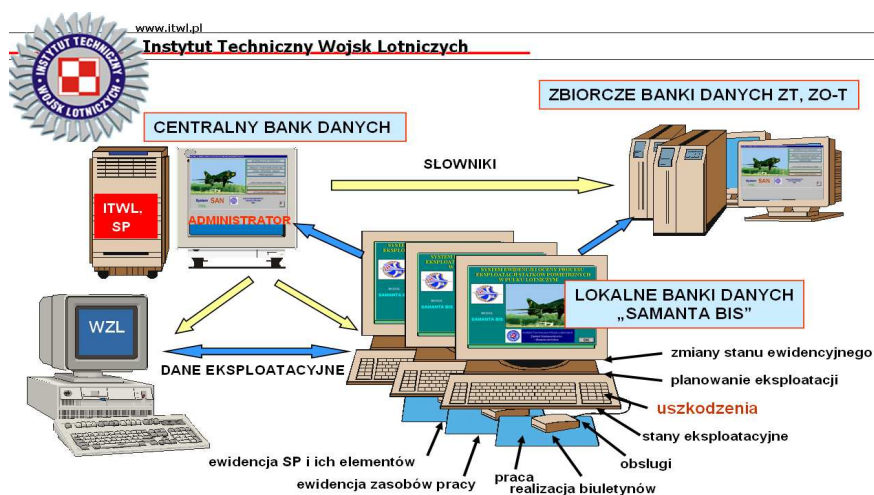
3. SYSTEM ANALIZY NIEZAWODNOŚCI STATKÓW POWIETRZNYCH „SAN”

System przeznaczony jest do wieloaspektowej analizy i oceny procesów eksploatacji wszystkich typów i wersji statków powietrznych eksploatowanych

w lotnictwie wojskowym, zarówno pojedynczych egzemplarzy (ich zespołów i elementów) jak i dowolnie tworzonych ich zbiorów. Wspomaga on również sterowanie eksploatacją techniki lotniczej, umożliwiając rozpoznanie przyczyn zmian poziomu niezawodności, bezpieczeństwa i jakości procesów eksploatacji statków powietrznych oraz wyznaczanie kierunków działań w celu poprawy wymienionych cech[1].

3.1. Konfiguracja systemu

Zasadniczymi elementami systemu analizy niezawodności statków powietrznych są lokalne komputerowe banki danych, wykorzystujące bazę danych ORACLE, zainstalowane w poszczególnych jednostkach lotniczych (rys. 3). Gromadzi się w nich na bieżąco szczegółową informację o przebiegu eksploatacji każdego egzemplarza statku powietrznego. Dane te przetwarzane są zgodnie z potrzebami bezpośrednich użytkowników, jak również przesyłane okresowo do zbiorczych banków umieszczonych na wyższych poziomach zarządzania eksploatacją techniki lotniczej oraz do banku centralnego. Lokalne banki danych zainstalowane zostały również w zakładach remontujących sprzęt lotniczy. W chwili obecnej systemem objęte są wszystkie eskadry i bazy lotnicze poszczególnych rodzajów wojsk. Do transmisji danych wykorzystuje się Internet. W związku z tym dane wychodzące z każdego stanowiska komputerowego są automatycznie kompresowane i kodowane. Administratorem systemu jest ITWL, gdzie znajduje się centralny bank danych, zasilany informacją o przebiegu eksploatacji wszystkich statków powietrznych eksploatowanych w lotnictwie wojskowym.



Rys. 3. Schemat funkcjonalny systemu „SAN”

3.2. Przeznaczenie systemu

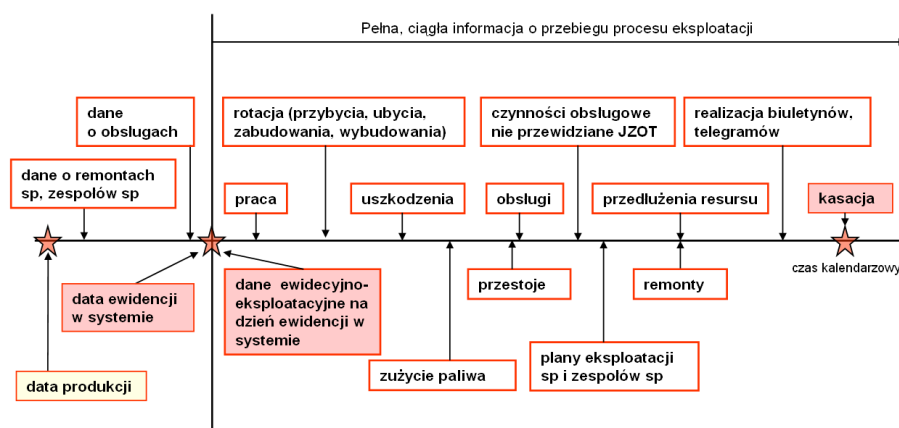
Ocena poziomu niezawodności i jakości procesu eksploatacji statków powietrznych w systemie prowadzona jest poprzez analizę charakterystyk i wskaźników niezbędnych do racjonalizacji i bieżącego sterowania tym procesem[1, 2].

Głównymi zadaniami systemu „SAN” są:

- ocena systemu eksploatacji z punktu widzenia wykrywalności uszkodzeń i skuteczności zapobiegania im,
- ocena gotowości technicznej statku powietrznego,
- ocena poziomu bezpieczeństwa lotów w aspekcie technicznym,
- wspomaganie merytoryczne prac komisji badania zdarzeń w lotnictwie,
- szacowanie rzeczywistych zasobów pracy (resursów) statków powietrznych i wspomaganie procesów sterowania zasobami rewersowymi,
- prognozowanie wybranych charakterystyk i wskaźników eksploatacyjnych oraz bezpieczeństwa.

3.3. Zakres informacji gromadzonej w systemie

Dane gromadzone w systemie wprowadzane są z dwóch źródeł: administrator centralnego banku danych i użytkownik. Gromadzone są (rys. 4):



Rys. 4. Gromadzenie informacji o przebiegu procesu eksploatacji statku powietrznego

- dane ewidencyjno-eksploatacyjne statków powietrznych wraz z ich rotacją: przybycie, ubytcie, kasacja, przyjęcie i zdjęcie ze stanu ewidencyjnego,
- dane ewidencyjno-eksploatacyjne zespołów statku powietrznego wraz z ich rotacją: przybycie, ubytcie, kasacja, przyjęcie i zdjęcie ze stanu ewidencyjnego, zabudowanie i wybudowanie ze statku powietrznego,

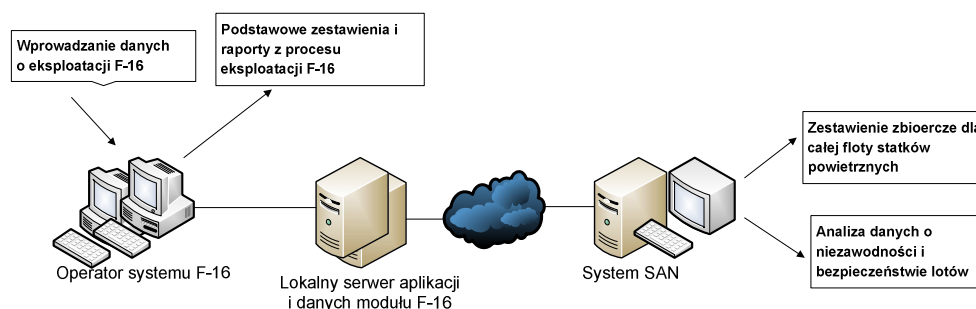
- dane ewidencyjno-eksploatacyjne agregatów statku powietrznego wraz z ich z rotacją: przybycie, ubycie, kasacja, przyjęcie i zdjęcie ze stanu ewidencyjnego zabudowanie i wybudowanie z zespołu statku powietrznego,
- praca poszczególnych egzemplarzy statków powietrznych, zespołów i agregatów oraz zużycie paliwa,
- dane o biuletynach i ich realizacji,
- dane o uszkodzeniach,
- dane o obsłudze,
- plany pracy, wymian zespołów statku powietrznego oraz plany wykonania obsługi statku powietrznego z podziałem na poszczególne lata i kwartały w danym roku,
- stany eksploatacyjne każdego egzemplarza statku powietrznego w każdym dniu.

4. MODUŁ SYSTEMU SAN WSPARCIA EKSPLOATACJI SAMOLOTÓW F-16

Po rozszerzeniu floty Sił Powietrznych RP o samoloty F-16 pojawiła się potrzeba modernizacji systemu SAN celem kompleksowego wsparcia procesu eksploatacji wojskowych statków powietrznych. Specjalistyczna budowa oraz innowacyjna strategia eksploatacji samolotów F-16 spowodowały podjęcie decyzji o zaprojektowaniu i wdrożeniu dedykowanego modułu wprowadzania danych, który pozwala zwiększyć efektywność pracy personelu inżynierskiego w jednostce lotniczej.

4.1 Konfiguracja systemu

Dedykowany moduł systemu SAN dla samolotów F-16 składa się z bazy danych dostosowanej do strategii eksploatacji samolotów F-16, serwera aplikacji stanowiącego interfejs bazy danych oraz komputerów klienckich (rys. 5).



Rys. 5. Schemat funkcjonalny modułu wsparcia eksploatacji samolotów F-16 do systemu SAN

Operator modułu F-16 wprowadza dane za pomocą aplikacji do lokalnej bazy danych. Okresowo dane są eksportowane z lokalnej bazy danych do systemu SAN. Eksportowane dane są specjalnie przetwarzane w celu przygotowania spójnego zbioru danych kompatybilnego ze standardami obowiązującymi w systemie SAN.

Dane z procesu eksploatacji samolotów F-16 są przetwarzane w systemie SAN zgodnie z analogicznymi procedurami obowiązującymi dla pozostałych statków powietrznych.

4.2 Przeznaczenie systemu

Głównym przeznaczeniem modułu było dostarczenie dedykowanego interfejsu systemu SAN dla wsparcia procesu eksploatacji statków powietrznych F-16. Moduł został wdrożony w jednostkach, które odpowiadają za eksploatację samolotów F-16 i wspomaga proces zarządzania eksploatacją w następujących obszarach:

- ocena procesu eksploatacji statków powietrznych F-16 z uwzględnieniem szczegółowej kontroli terminów wykonywania usług oraz bieżącej weryfikacji planu prac obsługowych;
- usprawnienie procesu sporządzania dokumentacji technicznej statków powietrznych poprzez automatyzację procesu wyznaczania parametrów i wypełniania dokumentów;
- eksportowanie danych do systemu SAN.

Z punktu widzenia użytkownika systemu SAN, opracowany moduł zapewnia:

- poprawność i kompatybilność importowanych danych o samolotach F-16;
- uzyskanie w systemie SAN kompleksowych charakterystyk dla całej floty Sił Powietrznych RP z uwzględnieniem informacji o samolotach F-16.

4.3 Zakres informacji gromadzonej w systemie

W module dla F-16 zbierane są analogiczne informacje, jak w systemie SAN z uwzględnieniem specyficznych aspektów eksploatacji statków F-16, np. lądowanie z natychmiastowym startem „touch and go”.

5. SYSTEM ZARZĄDZANIA GOSPODARKĄ MAGAZYNOWĄ DLA CZĘŚCI ZAMIENNYCH WOJSKOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH „LSMW”

Do zarządzania lotniczymi środkami materiałowymi (LSM) przechowywanymi w magazynie została zaimplementowana w środowisku informatycznym klasyfikacja środków materiałowych. Z punktu widzenia gospodarki magazynowej najważniejszą rolę odgrywają następujące informacje:

- okres składowania,
- zakres prac wykonywanych w okresie składowania,
- kod stanu.

5.1 Konfiguracja systemu

System zbudowany jest w oparciu o architekturę trójwarstwową: serwer bazy danych z bazą danych Oracle 9.2g, serwer aplikacji i komputery użytkowników końcowych. Do serwera aplikacji możliwe jest logowanie z każdego komputera podłączonego do sieci lokalnej w magazynie i posiadającego przeglądarkę internetową. Wdrożenie jednego lokalnego serwera danych i aplikacji umożliwiło, że informacja przechowywana

w systemie jest dostępna w każdym pomieszczeniu magazynu wyposażonym w sieć lokalną i komputer [4].

5.2 Przeznaczenie systemu

System do zarządzania lotniczymi środkami materiałowymi pomaga w efektywnym zarządzaniu częściami zamiennymi do statków powietrznych poprzez udostępnienie następujących modułów funkcjonalnych:

- zbieranie informacji ewidencyjnych lotniczych środków materiałowych,
- zbieranie informacji o stanie technicznym każdego lotniczego środka materiałowego przechowywanego w magazynie,
- szczegółowa kontrola terminów zakończenia okresu składowania oraz terminów wykonania prac konserwacyjnych,
- przedstawianie właściwych informacji na kartach stanu,
- zastosowanie kart stanu w określonych kolorach w celu prowadzenia właściwej gospodarki magazynowej.

5.3 Zakres informacji gromadzonej w systemie

W systemie zbierane są następujące informacje o lotniczych środkach materiałowych:

- dane ewidencyjne lotniczych środków materiałowych łącznie z określeniem dozwolonego miejsca zabudowy na statku powietrznym,
- informacje o klasyfikacji części zamiennej w zakresie okresu składowania,
- informacje o pracach (konserwacja, remont) wykonywanych na częściach zamiennych po zakończeniu okresu składowania: prace oraz terminy ich wykonania oraz dane historyczne o wykonanych pracach,
- informacje o kodzie stanu lotniczego środka materiałowego, który określa stan (część nadająca się do użytku, nienadająca się do użytku lub zablokowana), przeznaczenie i sposób dalszego użytkowania artykułu lotniczego.

6. WNIOSKI

O kształcie i kierunkach rozwoju systemów informatycznych w Instytucie technicznym Wojsk Lotniczych zdecydowały potrzeby wynikające z konieczności połączenia poszczególnych użytkowników techniki lotniczej w jeden spójny system umożliwiający zarządzanie eksploatacją wojskowych statków powietrznych (rys.6).



Rys. 6. Zintegrowany system sterowania niezawodnością i bezpieczeństwem lotów

W przyszłości konieczne jest opracowanie i wdrożenie dwóch pozostałych modułów systemu obejmujących:

- zabezpieczenie logistyczne (zarządzanie procesem zaopatrywania oraz zarządzanie zapasami i gospodarką magazynową);
- szkolenie lotnicze.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] Krutkow A., Pięgas M., Zaworski T., Zieja M.: *Informatyczne wspomaganie sterowania niezawodnością i bezpieczeństwem lotów wojskowych statków powietrznych*, Materiały Szkoły Niezawodności, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, Szczyrk, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji - PIB 2009.
- [2] Kaleta R., Zieja M. *A computer-based system to analyze and assess flight safety of military aircraft*, RTO-MP-IST-087 "Information Management and Exploitation", Stockholm, NATO Research and Technology Organization 2009.
- [3] Klich E., Kaleta R., Zieja M.; *Metody identyfikacji przyczyn zdarzeń lotniczych*, Materiały Szkoły Niezawodności, Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej, Szczyrk, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB 2010.
- [4] Smoliński H., Zieja M. *A probabilistic method of the a priori assessment of air accident risk*, Maintenance Problems No. 4/2009(75), Radom, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – PIB 2009.