

### Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Zbigniewa UCHMANA p.t.: „Metoda analizy i oceny stanu gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych”.

#### 1. Podstawa opracowania

Uchwała Rady Wydziału Inżynierii Transportu Politechniki Poznańskiej z dnia 10 września 2019r.

#### 2. Zakres pracy

Podjęty przez Autora rozprawy problem analizy kryteriów procesu eksploatacji i oceny jego efektywności, ilościowej i wartościowej związany z utrzymaniem danego systemu eksploatacji oraz wielkości uzyskiwanych efektów dla techniki lotniczej w procesie zarządzania eksploatacją, uwzględniając główny cel gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych, jest zagadnieniem złożonym z punktu widzenia naukowo badawczego i niezwykle ważnym ze względów użytecznych. Wyniki badań przedstawione w rozprawie, mogą być wykorzystane przez zespoły wdrażające nowowprowadzany sprzęt na uzbrojenie Sił Zbrojnych RP oraz bezpośrednio w jednostkach wojskowych eksploatujących technikę lotniczą, jak i inżynierów nadzorujących eksploatację statków powietrznych w zakresie zabezpieczenia wykonywania lotów.

Zamieszczone analizy obejmują ocenę stopnia oddziaływania poszczególnych stanów eksploatacyjnych na gotowość techniczną poprzez rozpatrzenie wpływu charakterystycznych miar i wskaźników wykorzystywanych do oceny procesu eksploatacji obiektów technicznych w odniesieniu do reprezentatywnej grupy statków powietrznych poprzez wyznaczenie nowych parametrów, które z dużym prawdopodobieństwem scharakteryzują poszczególne stany eksploatacyjne.

W przedłożonej do recenzji pracy Autor skupił się na badaniach zmierzających do opracowania uniwersalnej metody oceny procesu eksploatacji statków powietrznych. Opracowanie metody wymagało od Autora rozprawy rozwiązania wielu zadań badawczych a mianowicie: identyfikację czynników mających negatywny wpływ na technikę lotniczą w zakresie jej gotowości; opracowania systemu klasyfikacji stanów eksploatacyjnych statków powietrznych uwzględniając przyczyny stanu niezdatności;



określenie parametrów charakteryzujących poszczególne stany eksploatacyjne oraz metod ich wyznaczania; przeprowadzenie badań pilotażowych gotowości technicznej dla wybranego typu statku powietrznego na bazie prezentowanej metody.

Opracowany przez Autora model matematyczny został wykorzystany do wyznaczenia nowo opracowanych wskaźników identyfikujących proces eksploatacji techniki lotniczej. Metoda ta w powiązaniu z niezawodnością techniczną statków powietrznych dotyka problemu wieloaspektowości zarządzania techniką lotniczą w zakresie gotowości technicznej, który został przetestowany na przykładzie samolotu MiG-29 dla zapewnienia maksymalnego poziomu bezpieczeństwa wykonania operacji lotniczych z dużą dostępnością statków powietrznych.

W rozprawie Autor podkreśla, że odpowiednia analiza problematyki związanej z gotowością techniczną wojskowych statków powietrznych jest dokumentowana w raportach miesięcznych o ich stanie, a które to dane pośrednio wpływają na proces bezpiecznej eksploatacji oraz zabezpieczenie cyklu szkolenia i jest kluczowym elementem w trakcie procesu nadzorowanej eksploatacji. W kolejnych etapach realizacji pracy doktorskiej Autor podjął próbę analizy wskaźników stanów eksploatacyjnych (z bardzo dobrym skutkiem), które można wykorzystać w systemie eksploatacji techniki lotniczej.

Utworzony matematyczny model systemu analizy wskaźników oceny procesu eksploatacji statków powietrznych jest niezwykle ważny z punktu widzenia zastosowania praktycznego w procesie obsługowo-naprawczym sprzętu lotniczego w jednostkach wojskowych i stanowi wartość dodaną w obszarze - transportu.

Poprawność opracowanego modelu matematycznego została zweryfikowana poprzez kalibrację w oparciu o dane z systemu informatycznego Samanta intensywności eksploatacji statków powietrznych w dwóch bazach lotniczych w przedziale jednego roku na populacji 32 samolotów. Praca liczy 186 stron, składa się z: wykazu skrótów i oznaczeń, wykazu tabel i rysunków, siedmiu rozdziałów, podsumowania, wykazu literatury oraz załączników stanowiących integralną część pracy doktorskiej.

Rozdział pierwszy pt. „*Wprowadzenie*”, Autor dotyka ogólnej problematyki eksploatacji techniki lotniczej poprzez określenie efektywności systemu gotowości technicznej. Autor analizował ten problem od strony dostępności samolotu MiG-29, przy jednoczesnym podkreśleniu kwestii organizacyjno-eksploatacyjnych, co pozwoliło na wskazanie potencjalnych obszarów i możliwości zwiększenia efektywności systemu eksploatacji do zapewnienia bezpieczeństwa i niezawodności techniki lotniczej.



W rozdziale drugim pt. „*Podstawowe uwarunkowania związane z tematem pracy*”, jasno postawiono cel i zakres rozprawy doktorskiej, który obejmuje: identyfikację czynników mających negatywny wpływ na technikę lotniczą w zakresie jej gotowości; opracowania systemu klasyfikacji stanów eksploatacyjnych statków powietrznych uwzględniając przyczyny ich niezdatności; określenie parametrów charakteryzujących poszczególne stany eksploatacyjne oraz metod ich wyznaczania; przeprowadzenie badań pilotażowych gotowości technicznej dla wybranego typu statku powietrznego z wykorzystaniem opracowanej metody i jej weryfikacji. Jako zasadniczy cel rozprawy doktorskiej Autor przyjął opracowanie algorytmu klasyfikacji stanów eksploatacyjny statków powietrznych uwzględniając najbardziej prawdopodobne przyczyny stanu niezdatności. Autor podkreśla, że uwzględnienie w jak największym stopniu warunków zewnętrznych związanych ze zróżnicowaną intensywnością użytkowania techniki lotniczej, stopniem wyeksploatowania poszczególnych egzemplarzy sprzętu oraz funkcjonującymi systemami eksploatacji wpływa znacząco na gotowość techniczną użytkowanych obiektów. Należy stwierdzić, że postawione zadania badawcze zostały skutecznie zrealizowane w opisowej notatce przedstawionej do recenzji rozprawy.

W rozdziale trzecim pt. „*Gotowość statków powietrznych*” Kandydat do stopnia doktora zawarł niezbędne wiadomości na temat nazewnictwa skupionego wokół gotowości techniki lotniczej, założeń dotyczących relacji pomiędzy poszczególnymi rodzajami procesów eksploatacyjnych, i tu Autor zidentyfikował pięć podstawowych typów gotowości wojskowych statków powietrznych. Przytoczone modele stanowią bazę do analizy typów gotowości wojskowych statków powietrznych, a które zostały opracowane na podstawie analizy rzeczywistych uwarunkowań związanych z eksploatacją statków powietrznych.

Rozdział czwarty, pt.: „*Czynniki wpływające na gotowość techniczną statków powietrznych*”, jest podzielony na cztery podrozdziały, w których przedstawiono kolejno: własności i właściwości statków powietrznych, system eksploatacji, logistykę, systemy zabezpieczenia operacji lotniczych, otoczenie statku powietrznego i wpływ czynnika ludzkiego. Istotnym elementem tego rozdziału jest przedstawiona charakterystyka czynników wpływających na poziom gotowości statków powietrznych. Zostały określone parametry, które mają decydujący wpływ na polepszenie własności związanej z podatnością eksploatacyjną obiektu technicznego w odniesieniu do samolotu eksploatowanego w Siłach Zbrojnych RP. Przedstawiony system eksploatacji stanowi



złożony i dynamiczny proces, który tworzony jest poprzez powiązanie przyczynowo-skutkowego działania w czasie. Należy stwierdzić, że przedstawiony poziom oddziaływania czynników systemowych na poziom gotowości technicznej statków powietrznych jest zależny od wymagań taktyczno-technicznych, organizacji i zarządzania, przepisów i procedur, personelu latającego i technicznego. W podsumowaniu rozdziału Autor stwierdził, że liczba czynników mających potencjalny wpływ na poziom gotowości technicznej statków powietrznych jest znaczna co powoduje, że należy prowadzić ich systematyczną analizę dla określenia stanu w jakim dany statek powietrzny znajduje się każdego dnia.

Rozdział piąty p.t.: „*Stany eksploatacyjne*”, jest poświęcony unormowaniu opisu obiektu technicznego za pomocą wektora, którego składowymi są wartości fizyczne określające obiekt pod kątem danego badania w określonym czasie za pomocą funkcji wielowartościowych. Zaproponowany przez Autora rozprawy system ewidencji stanów eksploatacyjnych umożliwia pełną identyfikację przyczyn powstawania usterek i uszkodzeń, co wpływa na trafne podejmowanie decyzji dotyczących działań prewencyjnych dla utrzymania gotowości technicznej statków powietrznych.

Rozdział szósty pt. „*Miary i wskaźniki stanów eksploatacyjnych statków powietrznych*” zawiera opis struktury wskaźników gotowości technicznej obiektu, klasyfikację wartościową oraz przedstawiono niezbędne wskaźniki do utworzenia modelu matematycznego na potrzeby analizy szerokorozumianej eksploatacji techniki lotniczej. W rozdziale tym Autor przedstawił niezbędny aparat matematyczny z obszaru teorii prognozowania poziomu niezawodności z uwzględnieniem praktycznego wykorzystania wskaźników do oceny procesu eksploatacji statków powietrznych. Zawarte w tym rozdziale rozważania teoretyczne Autora stanowią doskonałe źródło wiedzy do modelowania zdatności i przewidywania niezdatności statków powietrznych, co zostało w poprawny sposób wykorzystane do realizacji zadań ujętych w rozprawie. Cennym elementem tego rozdziału jest dokonana klasyfikacja z punktu widzenia eksploatacyjnego i logistycznego wskaźników określających stany gotowości technicznej umożliwiające analizę efektywności procesu podejmowania decyzji eksploatacyjnej.

Rozdział siódmy pt. „*Badanie gotowości technicznej statków powietrznych*” zawiera opis koncepcji systemu określenia niezawodności technicznej. Przedstawiono w nim ogólną charakterystykę systemu eksploatacji techniki lotniczej w kontekście niezawodności



technicznej z jej podstawowymi parametrami. Autor dokonał analizy danych o intensywności eksploatacji statków powietrznych, występowania uszkodzeń oraz pośrednio o liczbie części i podzespołów podlegających wymianie na przykładzie samolotu MiG-29. Przeprowadzona w rozprawie analiza wskaźników niezawodności w odniesieniu do samolotu MiG-29 umożliwiła również sformułowanie wniosków dotyczących stanów i przyczyn występowania niesprawności statków powietrznych. W rozdziale tym przedstawiono dominujący wpływ wskaźników  $K_{nzO}$ ,  $K_{nzU}$ ,  $K_{nzH}$  na stany eksploatacyjne wywołane przyczynami losowymi. Na szczególną uwagę zasługuje opracowany algorytm analizy wskaźników gotowości technicznej, który wykorzystuje spójność danych w obszarze eksploatacji, a co pozwoliło Autorowi zrealizować cel pracy realizując zadania badawcze. Należy podkreślić, że opracowanie takiego modelu analizy stanów gotowości technicznej statków powietrznych w przedstawionej do recenzji rozprawy podnosi jej jakość do rangi nowości.

Rozdział pt. „Podsumowanie” zawiera wnioski i pośrednio kierunki dalszych słusznych badań zaproponowanych przez Autora rozprawy.

### **Ocena pracy**

Zasadnicza wartość recenzowanej rozprawy polega na umiejętnym zastosowaniu przez Kandydata do stopnia doktora formalizmu opracowanego algorytmu określenia stanów gotowości technicznej techniki lotniczej. Opracowany model analizy i oceny stanów technicznych wojskowych statków powietrznych ma znaczenie użyteczne dla ważnego obszaru wiedzy związanej z zabezpieczeniem wykonania zadań z wykorzystaniem techniki lotniczej. Model opracowany przez Autora rozprawy pozwala na: kompleksową analizę systemu obsługowo-naprawczego sprzętu techniki lotniczej w jednostce wojskowej; ocenę stanów technicznych oraz analizę strukturalną i wartościową gotowości technicznej statków powietrznych dla zabezpieczenia systemu szkolenia i realizacji zadań. Przeprowadzona przez Autora analiza i ocena gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych, funkcjonowania systemu nadzoru i kontroli, przyczyniła się do zbudowania modelu prognozowania stanów eksploatacyjnych wojskowych statków powietrznych, który umożliwia identyfikację obszarów w których istnieje deficyt bezpieczeństwa dla zapewnienia gotowości technicznej statków powietrznych. Autor rozprawy po przeprowadzeniu pełnej analizy wyników badań potwierdził trafność sformułowanego i zrealizowanego celu i zakresu pracy.



Praca ma charakter aplikacyjny o bardzo dużym znaczeniu praktycznym. Jej walorem jest to, iż składa się pośrednio z części opisowej i zestawieniowej, które wzajemnie się uzupełniają tworząc logiczną całość. Autor rozprawy poszukiwał rozwiązań zagadnień praktycznych, o dużym znaczeniu poznawczym mającym zastosowanie w rozwiązywaniu zagadnień sterowania stanami eksploatacyjnymi w technice lotniczej. Prezentowane w pracy wyniki są bardzo dobrze uwarunkowane, ponieważ opierają się na rzetelnych danych źródłowych, co dodatkowo podnosi jakość recenzowanej rozprawy.

Przedstawiona rozprawa zawiera efektywne rozwiązania ważnego zagadnienia naukowego, jej istotną cechą jest fakt, że stanowi potężny krok w kierunku usystematyzowania badań zdążających do poprawy systemu zabezpieczenia operacji lotniczych poprzez wskazywanie i eliminowanie przyczyn mających największy wpływ na występowanie zagrożeń stabilności gotowości technicznej statków powietrznych. Warto wspomnieć, że przeprowadzone symulacje w oparciu o opracowany matematyczny model nasuwają wniosek o potrzebie prac nad dalszym rozwojem modelu, który będzie można wykorzystać w procesie analizy udziału czynnika technicznego, ludzkiego i organizacyjnego do optymalizacji systemu eksploatacji, a który posłuży do lepszej identyfikacji zagrożeń bezpieczeństwa eksploatacji statków powietrznych. Autor rozwiązał postawiony cel pracy stosując odpowiedni aparat matematyczny odpowiadający współczesnym pracom doktorskim. Zastosowanie oryginalnego podejścia do usystematyzowania i badania wpływu występujących trudności w sterowaniu stanami eksploatacyjnymi statków powietrznych dla zabezpieczenia systemu szkolenia lotniczego podkreśla bogate doświadczenie zawodowe i umiejętności Autora rozprawy w zakresie metod identyfikacji i sposobów poprawy systemu zarządzania techniką lotniczą. Wyniki pracy są wartościowe z punktu widzenia zastosowań badawczych i profilaktycznych w systemach eksploatacyjnych statków powietrznych.

#### Drobne uwagi krytyczne

Pierwsza uwaga to: - brak całościowego przeglądu literatury na temat podejmowany w dysertacji z pełnym odniesieniem do zamieszczonego spisu literatury. Jednak należy stwierdzić, że Autor wykonał ten przegląd ale został on rozmyty po wszystkich rozdziałach co wprowadza pewnego rodzaju utrudnienia w śledzeniu rozwoju postępu nauki w danej dziedzinie.



Druga uwaga to: - w przeprowadzonej analizie miar i wskaźników stanów eksploatacyjnych statków powietrznych brakuje schematu obliczania i wyraźnego powiązania przytoczonych wskaźników oceny ogólnych stanów technicznych rozpatrywanego problemu eksploatacyjnego. Wnikliwy czytelnik poprawnie wyznaczy i zinterpretuje modelowe wskaźniki, jednak zamieszczenie schematu obliczeń jako kolejnego załącznika byłoby doskonałym udogodnieniem do jednoznacznego korzystania z opracowanego modelu, i tu proszę Autora rozprawy o wyjaśnienie. Stwierdzam, że w rozprawie wszystkie te wielkości, o które pytam są pośrednio zamieszczone jednak brakuje mi jednego zestawienia informującego o wspomnianych etapach analizy.

Stwierdzam, że przytoczone drobne uwagi krytyczne nie umniejszają wartości merytorycznej recenzowanej rozprawy. Rozprawa napisana jest starannie i czytelnie oraz wskazuje na duży zasób wiedzy Autora w zakresie analizy i oceny stanu gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych, algorytmizacji określania stanów granicznych w technice lotniczej oraz modelowania matematycznego.

### **Wnioski**

Biorąc pod uwagę wartości poznawcze i użytkowe uzyskanych rezultatów, dojrzałość merytoryczną płk. rez. mgr. inż. Zbigniewa UCHMANA w zakresie zastosowania metod analizy i oceny stanu gotowości technicznej wojskowych statków powietrznych, recenzowaną rozprawę oceniam bardzo wysoko. Rozprawa doktorska zasługuje na wyróżnienie i wnioskuję o wyróżnienie jej. Uzasadnienie wyróżnienia rozprawy zawarte jest powyżej w treści recenzji. Praca spełnia wymagania stawiane przez ustawę z dnia 14 marca 2003 roku „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” i może stanowić podstawę dopuszczenia do egzaminów i publicznej obrony.

