

Dr inż. Andrzej SZELMANOWSKI
Zakład Awioniki
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych

AUTOREFERAT

przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych habilitanta, w szczególności określonych w art. 16. ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595, z późn. zm.)



Warszawa, listopad 2013

SPIS TREŚCI

1.	DANE OSOBOWE HABILITANTA	5
2.	POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE HABILITANTA	5
3.	INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU HABILITANTA W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH	5
4.	WSKAZANE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCE Z ART. 16. UST. 2 USTAWY Z DNIA 14 MARCA 2003 R. O STOPNIACH NAUKOWYCH I TYTULE NAUKOWYM ORAZ O STOPNIACH I TYTULE W ZAKRESIE SZTUKI (DZ.U. NR 65, POZ. 595, Z PÓŹN. ZM.)	6
4.1.	Opublikowanie monografii opisującej rozwiązanie problemu integracji systemów awionicznych z nabełmowym systemem wskazywania celu	6
4.2.	Zrealizowanie oryginalnego osiągnięcia projektowego i konstrukcyjno-technologicznego w postaci nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym	12
4.3.	Zaprezentowanie opracowanego i zbudowanego demonstratora technologii w zakresie nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion jako nowego wzoru uzbrojenia i sprzętu wojskowego na XX Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego Kielce'2012	16
5.	OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH HABILITANTA	18
5.1.	Przegląd pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta	18
5.2.	Udział i kierownictwo habilitanta w projektach badawczych	34
5.3.	Uczestnictwo habilitanta w publikacjach naukowych	35
5.4.	Uczestnictwo habilitanta w konferencjach naukowych	38
5.5.	Opracowania, ekspertyzy i raporty naukowo-techniczne habilitanta	40
5.6.	Uczestnictwo habilitanta w działalności szkoleniowej i organizacyjnej	41
5.7.	Podsumowanie dorobku i osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta	44
5.8.	Międzynarodowe i krajowe nagrody i wyróżnienia habilitanta	45

1. Dane osobowe habilitanta

Imię i nazwisko: *Andrzej Szelmanowski*

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe habilitanta

Uzyskany tytuł: *Magister inżynier*

Uczelnia: *Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Mechaniczny*

Kierunek: *Elektromechanika*

Specjalność: *Osprzęt samolotów i śmigłowców*

Temat pracy dyplomowej magisterskiej: *„Projekt koncepcyjny lotniczego systemu nawigacyjnego wykorzystującego pole ukształtowania terenu”*

Promotor: *płk mgr inż. Bohdan Sawicki, Wojskowa Akademia Techniczna*

Data obrony: *22.06.1988 r.*

Wynik pracy: *bardzo dobry*

Uzyskany stopień: *Doktor nauk technicznych*

Instytucja: *Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Rada Naukowa*

Dyscyplina naukowa: *Budowa i eksploatacja maszyn*

Specjalność: *Diagnostyka maszyn*

Temat pracy doktorskiej: *„Analiza przyczyn zaburzeń prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych”*

Promotor: *płk dr hab. inż. Leszek R. Jaroszewicz, Wojskowa Akademia Techniczna*

Recenzent zewnętrzny: *prof. dr hab. inż. Zdzisław Gosiewski, Wojskowa Akademia Techniczna*

Recenzent wewnętrzny: *kmdr dr hab. inż. Tadeusz Niedziela, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych*

Data obrony: *12.04. 2000 r.*

Praca wyróżniona uchwałą Rady Naukowej Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1992 - 1995	<i>Starszy inżynier, Zakład Osprzętu Lotniczego i Sprzętu Wysokościowo-Ratowniczego, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych</i>
1995 - 2000	<i>Starszy asystent, Zakład Osprzętu Lotniczego i Sprzętu Wysokościowo-Ratowniczego, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych</i>
2000 - 2001	<i>Adiunkt, Zakład Osprzętu Lotniczego i Sprzętu Wysokościowo-Ratowniczego, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych</i>
2001 - obecnie	<i>Adiunkt, Zakład Awioniki, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych</i>

4. Wskazane osiągnięcia wynikające z art. 16. ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595, z późn. zm.)

Osiągnięcia naukowe habilitanta wynikające z wymagań Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 01 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. nr 196, poz. 1165):

Opracowanie metody integracji systemów awionicznych z nahałmowym systemem wskazywania celu, opisanej w monografii: Andrzej Szelmanowski, *Nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym*, wydanej przez Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Warszawa, 2013, ISBN 978-83-61021-76-6.

Zaprojektowanie, wykonanie i przeprowadzenie prób dowodowych pierwszego w Polsce demonstratora technologii w zakresie *Nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion* zbudowanego dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym w kierowanym przez habilitanta projekcie rozwojowym nr R00 0063 09 pt.: *System nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec*, zrealizowanym w ramach pracy wykonywanej dla MNiSW/NCBiR w latach 2009-2012.

Wdrożenie opracowanego i zbudowanego demonstratora technologii do postaci produktu finalnego o nazwie *Nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion* jako nowego wzoru uzbrojenia i sprzętu wojskowego dla śmigłowca *W-3PL Głuszec*. System *NSC-1 Orion* został zaprezentowany na XX Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego w Kielcach w roku 2012 oraz wyróżniony prestiżową nagrodą DEFENDER jako wyróżniające rozwiązanie techniczne sprzętu dla obronności i bezpieczeństwa państwa.

4.1. Opublikowanie monografii opisującej rozwiązanie problemu integracji systemów awionicznych z nahałmowym systemem wskazywania celu

Problem integracji systemów awionicznych z nahałmowym systemem wskazywania celu jest jednym z podstawowych do rozwiązania na współczesnym samolocie lub śmigłowcu bojowym. Rozwój nowoczesnych technologii elektronicznych, wyposażenia awionicznego i sposobu przesyłu informacji wprowadził nowe możliwości dotyczące integracji systemów awionicznych (m.in. od systemów zintegrowanych cyfrowo aż do systemów zintegrowanych modułowo) oraz narzucił wymagania w zakresie sposobu zobrazowania nahałmowego i wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota (operatora systemu nahałmowego).

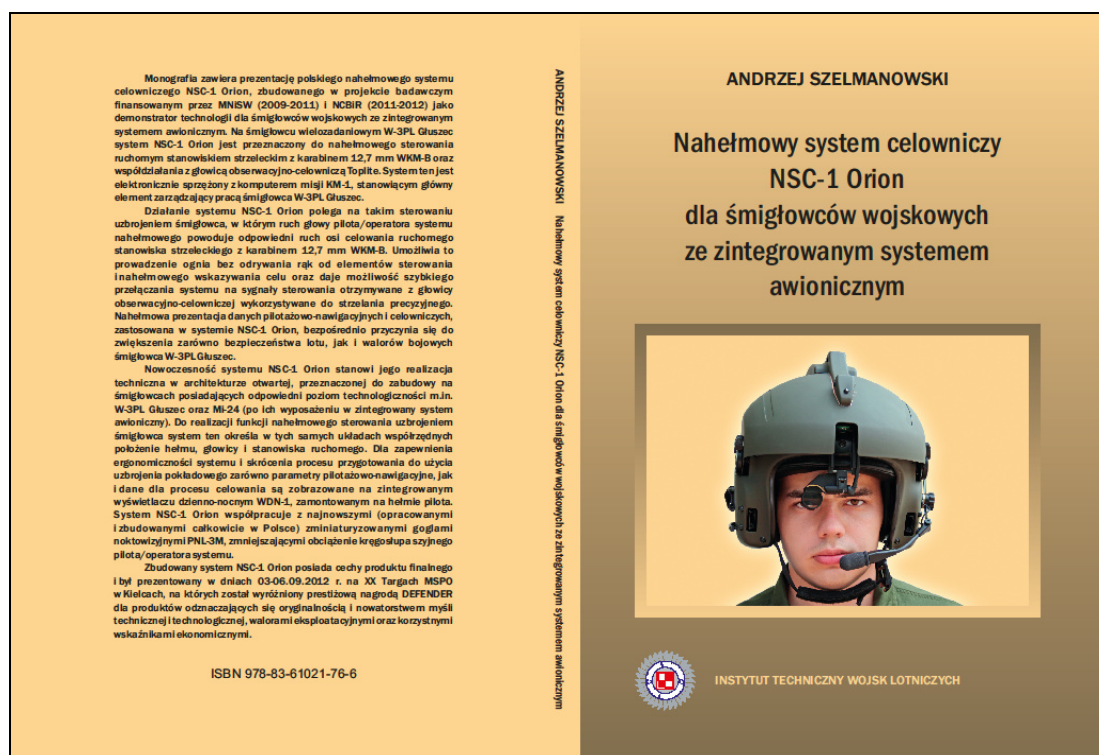
W zakresie zobrazowania nahałmowego współczesne nahałmowe systemy celownicze powinny posiadać kilka trybów pracy (m.in. nawigacja, lot po trasie, atakowanie celów naziemnych i powietrznych), podczas których powinny być prezentowane odpowiadające im plansze zobrazowania, zależne od typu celownika i jego przeznaczenia na wybranym typie statku powietrznego. Zobrazowanie to musi być ściśle dostosowane do aktualnych potrzeb i sytuacji w locie w taki sposób, aby pilot otrzymywał tylko te informacje, które są niezbędne do prowadzenia lotu lub użycia systemu uzbrojenia. Z kolei w zakresie wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota nahałmowy system celowniczy powinien charakteryzować się odpowiednio dużą dokładnością i szybkością działania. Dodatkowym wymaganiem jest, aby rozwiązania techniczne celowników nahałmowych zapewniały możliwość konfiguracji zobrazowania w sposób odpowiadający załodze samolotu lub śmigłowca bojowego.

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiącym znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej „Budowa i Eksploatacja Maszyn”, określonym w art. 16. ust. 2 pkt. 1. Ustawy, będącym dziełem opublikowanym w całości, jest autorska monografia:

Andrzej Szelmanowski

pt.: „Nahelkowy system celowniczy NSC-1 Orion dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym”

*wydana drukiem przez Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych,
ISBN 978-83-61021-76-6, 2013*



Monografia opisująca zbudowany nahelkowy system celowniczy NSC-1 Orion dla systemu nahelkowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec

Istotny wkład pracy habilitanta do nauki w obszarze dyscypliny naukowej „Budowa i Eksploatacja Maszyn” dotyczy opracowania i zbudowania pierwszego w Polsce nahelkowego systemu celowniczego NSC-1 Orion oraz opracowania i wykonania badań według własnych metod w zakresie wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota dla ich realizacji technicznych wykonanych w ITWL. Pozwoliło to na określenie możliwości technologicznych posiadanych w Polsce (na przykładzie konsorcjum naukowo-badawczego zawiązanego do budowy systemu NSC-1) w zakresie dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota i wykorzystania zbudowanego systemu do nahelkowego sterowania uzbrojeniem pokładowym dla wybranych statków powietrznych m.in. śmigłowców W-3PL Głuszec oraz Mi-24 (po ich wyposażeniu w zintegrowany system awioniczny).

Monografia pt.: „Nahelkowy system celowniczy NSC-1 Orion dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym” powstała na bazie wyników realizacji projektu rozwojowego O R00 0063 09 pt.: „System nahelkowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec”, finansowanego przez MNiSW (2009-2011) oraz NCBiR (2011-2012).

Monografia podzielona jest na wstęp, cztery główne rozdziały oraz podsumowanie, spis literatury i jeden załącznik. Monografia oparta jest głównie na oryginalnych rozwiązaniach konstrukcyjnych, technologicznych i badawczych (zastosowanych w zbudowanym systemie nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca *W-3PL Głuszec*) oraz publikacjach, których jestem autorem lub współautorem. Jest ona pierwszym w Polsce opracowaniem z tej dziedziny, w której w tak szerokim zakresie objęto problematykę nahałmowych systemów celowniczych stosowanych w rozwiązaniach światowych, ich funkcji, elementów składowych oraz metod wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota. Jako zwieńczenie wniosków z dokonanych analiz w zakresie rozwiązań zastosowanych w zagranicznych nahałmowych systemach celowniczych, w ITWL opracowane zostały metody wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota (magnetyczna, elektrooptyczna i hybrydowa), wykorzystujące sztuczną sieć neuronową. Zostały one zweryfikowane w czasie badań w zakresie dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota w ich realizacjach technicznych wykonanych w ITWL. Wynikiem tych prac jest opracowany i zbudowany działający system nahałmowego sterowania uzbrojeniem (stanowiący produkt finalny, przeznaczony do zabudowy na śmigłowcu *W-3PL Głuszec*), którego głównym elementem jest nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion.

Omówienie celu naukowego pracy oraz osiągniętych wyników

Celem pracy, przedstawionym przeze mnie w monografii, było opracowanie i ocena wybranych metod (przedstawionych w ich realizacjach technicznych wykonanych w ITWL) w zakresie integracji i dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota i wybór najbardziej korzystnej w stosunku do posiadanych w kraju możliwości technologicznych.

Do realizacji założonego celu wykonałem, wraz z zespołem konstrukcyjno-badawczym realizującym projekt badawczy w zakresie budowy demonstratora technologii dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem SNSU śmigłowca *W-3PL Głuszec*, szczegółowe zadania cząstkowe obejmujące:

1. Identyfikację głównych problemów występujących w budowie nahałmowego systemu celowniczego dla polskich statków powietrznych (głównie śmigłowców bojowych).
2. Analizę i ocenę rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych w zagranicznych nahałmowych systemach celowniczych, w zakresie ich funkcji, elementów składowych oraz metod wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota.
3. Określenie wytycznych do Wstępnych Założeń Taktyczno-Technicznych na system nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca ze zintegrowanym systemem awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
4. Określenie wytycznych do Projektu Konceptyjnego na system nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca ze zintegrowanym systemem awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
5. Opracowanie architektury (schematu funkcjonalnego i blokowego) dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem SNSU śmigłowca ze zintegrowanym systemem awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
6. Zakup elementów oraz zbudowanie sieci elektroenergetycznej i sygnałowej dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem SNSU śmigłowca ze zintegrowanym systemem awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
7. Opracowanie architektury (schematu funkcjonalnego i blokowego) dla nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion jako głównego elementu systemu nahałmowego

sterowania uzbrojeniem śmigłowca ze zintegrowanym systemem awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).

8. Zakup elementów oraz zbudowanie sieci elektroenergetycznej i sygnałowej dla nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion jako głównego elementu systemu nabełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca ze zintegrowanym systemem awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
9. Opracowanie metod wyznaczania położenia kąowego hełmu pilota, wstępnie testowanych (m.in. inercjalnej, magnetyczno-inercjalnej z wykorzystaniem ziemskiego pola magnetycznego i magnetycznej z wykorzystaniem wyznaczania kwaternionu położenia kąowego) oraz metod zastosowanych w nabełmowym systemie celowniczym NSC-1 Orion (magnetycznej ze sztucznym polem, elektrooptycznej i hybrydowej).
10. Opracowanie algorytmów pracy poszczególnych metod (magnetycznej, elektrooptycznej i hybrydowej), w wersji przybliżonej (tabelarycznej z aproksymacją wielomianami) oraz z zastosowaniem sztucznej sieci neuronowej realizującej zadanie wyznaczania położenia kąowego hełmu pilota.
11. Opracowanie aplikacji programowych realizujących opracowane algorytmy pracy poszczególnych metod (magnetycznej, elektrooptycznej i hybrydowej), w wersji otrzymanej na bazie uczenia sztucznej sieci neuronowej, realizującej zadanie wyznaczania położenia kąowego hełmu pilota.
12. Wykonanie implementacji opracowanych aplikacji programowych dla poszczególnych metod (magnetycznej, elektrooptycznej i hybrydowej), w zintegrowanym systemie awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
13. Wykonanie uruchomienia i wstępnego testowania zaimplementowanych w systemie aplikacji programowych dla poszczególnych metod (magnetycznej, elektrooptycznej i hybrydowej) przy wykorzystaniu specjalistycznych stanowisk uruchomieniowych, w zintegrowanym systemie awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
14. Wykonanie sprawdzenia poprawności funkcjonowania opracowanych dla systemu aplikacji programowych dla poszczególnych metod (magnetycznej, elektrooptycznej i hybrydowej), w zintegrowanym systemie awionicznym (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).
15. Opracowanie programów i metodyk badań głównych elementów nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion (m.in. komputera graficznego KG-1HC i koncentratora sygnałów KS-1-2) w zakresie poprawności działania oraz dokładności wyznaczania położenia kąowego hełmu pilota.
16. Wykonanie badań laboratoryjnych i funkcjonalnych głównych elementów nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion (m.in. komputera graficznego KG-1HC i koncentratora sygnałów KS-1-2) w zakresie poprawności działania oraz dokładności wyznaczania położenia kąowego hełmu pilota.
17. Opracowanie protokołów z badań głównych elementów nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion (m.in. komputera graficznego KG-1HC i koncentratora sygnałów KS-1-2) w zakresie poprawności działania oraz dokładności wyznaczania położenia kąowego hełmu pilota.
18. Opracowanie Opisu Technicznego i Instrukcji Użytkownika demonstratora technologii w zakresie systemu nabełmowego sterowania uzbrojeniem (na przykładzie śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszec*).

19. Opracowanie Raportów Rocznych i Raportu Końcowego (wraz ze Sprawozdaniem Merytorycznym) ze stanu realizacji projektu badawczego w zakresie systemu najełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszc* dla Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2009-2011) oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (2011-2012).
20. Rozliczenie merytoryczne realizowanego projektu badawczego dla systemu najełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca bojowego *W-3PL Głuszc* w postaci publikacji artykułów w czasopismach zagranicznych i krajowych oraz referatów na konferencjach międzynarodowych i krajowych.

W monografii zaprezentowałem najełmowy system celowniczy NSC-1 Orion zbudowany w projekcie badawczym jako demonstrator technologii w zakresie najełmowego sterowania ruchomym stanowiskiem strzeleckim z karabinem 12,7 mm WKM-B oraz współdziałania z głowicą obserwacyjno-celowniczą Toplite (zabudowanymi na pokładzie śmigłowca *W-3PL Głuszc*). System ten jest elektronicznie sprzężony ze zintegrowanym systemem awionicznym zabudowanym na śmigłowcach *W-3PL Głuszc*, które są na wyposażeniu Wojsk Aeromobilnych w składzie Wojsk Lądowych RP.



Demonstrator technologii w zakresie systemu najełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca *W-3PL Głuszc* z najełmowym systemem celowniczym NSC-1 Orion

Działanie systemu najełmowego polega na takim sterowaniu uzbrojeniem śmigłowca, w którym ruch głowy pilota w zakresie azymutu i elewacji powoduje odpowiedni ruch osi celowania ruchomego stanowiska strzeleckiego z karabinem 12,7 mm WKM-B. Umożliwia to prowadzenie ognia bez odrywania rąk od elementów sterowania i najełmowego wskazywania celu oraz daje możliwość szybkiego przełączania systemu na sygnały głowicy obserwacyjno-celowniczej wykorzystywane do strzelania precyzyjnego. Najełmowa prezentacja danych pilotażowo-nawigacyjnych, zastosowana w systemie NSC-1 Orion, bezpośrednio przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa lotu i walorów bojowych śmigłowca *W-3PL Głuszc*.

W rozdziale 1. „Wstęp” dokonałem ogólnej prezentacji demonstratora technologii w zakresie systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca *W-3PL Głuszec*, którego głównym elementem jest nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion. Przedstawiłem podstawowe cechy nahałmowych systemów celowniczych stosowanych w rozwiązaniach światowych (na przykładach wybranych samolotów i śmigłowców bojowych), ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystywanych w nich metod oraz osiąganych dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota. Wskazałem na zapewnienie wymaganej dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota jako główny problem w budowie nahałmowego systemu celowniczego.

W rozdziale 2. „Nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion” przedstawiłem strukturę i podstawowe właściwości nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion, zbudowanego dla śmigłowca *W-3PL Głuszec*, z zabudowanym zintegrowanym systemem awionicznym (opracowanym przez ITWL). Opisałem podstawowe elementy zintegrowanego systemu awionicznego ZSA, niezbędne do zapewnienia działania nahałmowego systemu celowniczego (w tym ruchome stanowisko strzeleckie i głowicę obserwacyjno-celowniczą, współpracującą z systemem NSC-1 Orion) oraz podstawowe funkcje systemu ZSA. Przedstawiłem architekturę, zasadę działania oraz główne elementy składowe nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion, a także standardy transmisji danych, wykorzystywane w cyfrowej komunikacji pomiędzy zbudowanym systemem NSC-1 Orion a systemem ZSA (zabudowanym na śmigłowcu *W-3PL Głuszec*).

W rozdziale 3. „Metody wyznaczania położenia hełmu pilota opracowane dla systemu NSC-1 Orion” opisałem wybrane metody opracowane i testowane dla nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion w zakresie wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota. Dla wybranych metod (magnetycznej ze sztucznym polem, elektrooptycznej i hybrydowej) przedstawiłem, wykorzystywane w tych metodach, ogólne algorytmy wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota. Szczegółowe dane dotyczące działania tych metod zawarte są w opracowaniach wewnętrznych ITWL (stanowią one informację zastrzeżoną przez firmę z uwagi na realizację budowy systemu NSC-1 Orion w ramach projektu badawczego na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa).

W rozdziale 4. „Badania dokładności wyznaczania położenia hełmu pilota w systemie NSC-1 Orion” opisałem stanowiska do uruchamiania urządzeń nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion oraz podstawowe sposoby badań funkcjonalnych w zakresie sterowania ruchomym stanowiskiem strzeleckim (za pomocą systemu nahałmowego oraz głowicy obserwacyjno-celowniczej). Dla wybranych metod (magnetycznej ze sztucznym polem, elektrooptycznej i hybrydowej) przedstawiłem ich realizację techniczną, układy pomiarowe oraz metodologię i ogólne wyniki badań w zakresie dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota. Szczegółowe dane dotyczące realizacji technicznej, wykorzystywanych układów pomiarowych oraz wyników tych sprawdzeń zawarte są w opracowaniach wewnętrznych ITWL (stanowią one informację zastrzeżoną przez firmę z uwagi na realizację budowy systemu NSC-1 Orion w ramach projektu badawczego na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa).

W rozdziale 5. „Podsumowanie” dokonałem podsumowania pracy w zakresie osiągniętych funkcji, możliwości i ograniczeń zbudowanego nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion oraz warunków zabudowania go na innych śmigłowcach bojowych.

Pracę zakończyłem wykazem literatury, wykorzystywanej do analizy stanu wiedzy oraz rozwiązań technicznych stosowanych na współczesnych wojskowych statkach powietrznych, w zakresie stosowanych metod i dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota w nahałmowych systemach celowniczych.

W załączniku przedstawiłem specjalistyczne stanowiska i przyrządy zastosowane do uruchamiania i badań nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion.

4.2. Zrealizowanie oryginalnego osiągnięcia projektowego i konstrukcyjno-technologicznego w postaci napełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym

Prace konstrukcyjno-badawcze przedstawione w monografii prowadziłem, jako kierownik projektu i członek zespołu, w ramach projektu rozwojowego nr O R00 0063 09 pt.: „*System napełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszc*”, realizowanego przez konsorcjum naukowo-przemysłowe w składzie: Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych (Warszawa) jako lider projektu, Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego „PZL-Świdnik” S.A. (Świdnik), Zakłady Mechaniczne „Tarnów” S.A. (Tarnów), FAS Mariusz Ficoń (Bielsko-Biała) oraz Przemysłowe Centrum Optyki / Bumar Żołnierz S.A. (Warszawa).

Podstawą tych prac były analizy rozwiązań zagranicznych w zakresie napełmowych systemów celowniczych. Wykazały one, że współczesne napełmowe systemy zobrazowania i wskazywania celu (tzw. zintegrowane celowniki napełmowe) stają się podstawowym wyposażeniem nowoczesnych samolotów wielozadaniowych i śmigłowców bojowych. Stanowią one także istotny element przetargowy programów modernizacji starszych technologicznie statków powietrznych. Głównym celem ich zastosowania jest zwiększenie tzw. świadomości sytuacyjnej pilota i bezpieczeństwa lotu, a także efektywności i skuteczności wykonywanych zadań bojowych oraz zdolności przetrwania załóg na współczesnym polu walki.



Napełmowy system celowniczy NSC-1 Orion jako główny element systemu napełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca *W-3PL Głuszc*

Opisany w monografii system NSC-1 Orion posiada wiele możliwości zastosowań w SZ RP jak i MSWiA. Wykorzystanie systemu napełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca *W-3PL Głuszc* zwiększa świadomość sytuacyjną pilota w warunkach bojowych (m.in. możliwość ciągłej obserwacji sytuacji poza kabiną śmigłowca), bezpieczeństwo wykonywania zadań lotniczych poprzez bezpośrednie, napełmowe zobrazowanie parametrów pilotażowo-nawigacyjnych oraz bezpośrednie napełmowe sterowanie osią celowania strzeleckiego stanowiska ruchomego za pomocą ruchu głowy. Napełmowe wskazywanie celu

z użyciem głowicy obserwacyjno-celowniczej Toplite zwiększa skuteczność użycia uzbrojenia przy strzelaniu precyzyjnym, co stanowi element decydujący przy zwalczaniu celów skrytych (np. snajperów usadowionych na wieżach i półkach skalnych). Przewidywane jest również pozamilitarne wykorzystanie systemu m.in. do wykrywania i określania współrzędnych miejsca występowania pożarów, nielegalnego przekraczania granicy, a także w innych gałęziach gospodarki m.in. przemyśle lotniczym i motoryzacyjnym.

Zbudowany w ramach polskiego konsorcjum naukowo-przemysłowego nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion jest nowym, oryginalnym i autorskim rozwiązaniem technicznym, uwzględniającym wymagania i uwarunkowania techniczne kabiny współczesnego śmigłowca bojowego. Projektując wyrób wykorzystano także doświadczenia z misji bojowych w Iraku i Afganistanie.

Rozszerzenie składu i funkcji zintegrowanego systemu awionicznego śmigłowca W-3PL Głuszec o system nahałmowego sterowania uzbrojeniem (wykorzystujący nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion) zwiększa jego możliwości bojowe, doprowadzając go do standardów stosowanych dla współczesnych śmigłowców bojowych świata (m.in. AH-64 Apache lub HAC Tiger) i spełnia wymogi NATO w tym obszarze.

Z analizy literatury poświęconej budowie i badaniom systemów nahałmowego sterowania uzbrojeniem wynika, że obecnie jest wiele metod wykorzystywanych do określania orientacji przestrzennej hełmu pilota (m.in. elektrooptyczna, magnetyczna z generacją sztucznego pola przez nadajniki pokładowe, ultradźwiękowa). Jedną z metod perspektywicznych (wynikającą z postępu w miniaturyzacji sensorów budowanych w technologii MEMS) jest metoda inercjalna (bezwładnościowa). Głównym celem rozwijania tej metody jest możliwość wykorzystania miniaturyzacji sensorów inercjalnych w zakresie pomiaru parametrów ruchu głowy pilota o dokładności pozwalającej na budowanie systemów pomiarowych klasy AHRS i gabarytach możliwych do zabudowania na jego hełmie.

Nie mniej ważna wydaje się potrzeba zastąpienia metody magnetycznej z generowanym w obszarze głowy pilota sztucznym polem, mogącym mieć szkodliwe oddziaływanie na jego zdrowie. Zastosowanie metody inercjalnej (jako uzupełniającej lub alternatywnej w przyszłości) pozwoli na zmniejszenie złożoności sprzętu komputerowego wymaganego w metodzie magnetycznej oraz wyeliminowanie nadajnika pola magnetycznego w kabinie. Dodatkowo metoda inercjalna może zostać tak skonfigurowana, aby wykorzystywać informacje z systemu INS/GPS (zabudowanego na statku powietrznym).

Na podstawie wyników badań wykonanych w ITWL stwierdzono, że obecnie najbardziej dogodną do zastosowania w nahałmowym systemie celowniczym NSC-1 Orion wydaje się metoda hybrydowa. Stanowi ona jeden ze sposobów zwiększenia dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu poprzez połączenie kilku metod składowych (elektrooptycznej i inercjalnej). System ten może być zoptymalizowany w zakresie liczby i rodzaju sygnałów oraz sposobu ich przetwarzania (np. przy użyciu filtru Kalmana). Jednakże z uwagi na zwiększoną liczbę pomiarów system taki wymaga komputera o zwiększonych wymaganiach (m.in. co do szybkości przetwarzania danych). Niebagatelną zaletą systemu NSC-1 Orion jest zbudowanie go na bazie zintegrowanego systemu awionicznego śmigłowca W-3PL Głuszec, wykorzystującego cyfrowe szyny danych MIL-1553B (w zakresie zarządzania pracą systemu nahałmowego) i MIL-1760 (w zakresie sterowania pracą systemu uzbrojenia).

Zbudowany nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion jako demonstrator technologii wspomaga proces testowania nowych metod (oraz urządzeń do ich realizacji technicznej) i może stanowić bazę do dalszego ich rozwoju w ramach przemysłu krajowego, w tym wyposażenia w ten system modernizowanych śmigłowców wojskowych.

Podsumowanie

Budowa nabełmowego systemu celowniczego w postaci systemu NSC-1 Orion, z uwagi na jego specyfikę i rolę na wojskowym statku powietrznym w zakresie realizowanych zadań, związana jest z wieloma poważnymi problemami badawczymi. Obejmują one zarówno zakres prac teoretycznych (m.in. opracowanie koncepcji działania systemu i wykorzystywanej zasady działania), jak i badań funkcjonalnych zbudowanego układu w wersji demonstratora technologii. Wśród nich znajdują się problemy związane z połączeniem budowanego systemu ze zintegrowanym systemem awionicznym statku powietrznego (wymaganym dla zapewnienia dostarczania danych nawigacyjno-celowniczych do systemu oraz zarządzania systemem nabełmowym), wyświetlaniem nabełmowych danych (sposobem zobrazowania danych celowniczych na wyświetlaczu lub wizjerze hełmu), miniaturyzacją gabarytów i masy wyświetlacza nabełmowego (zapewnieniem jak najmniejszego obciążenia kręgosłupa szyjnego pilota), zapewnieniem płynności ruchu i dokładności pozycjonowania ruchomego stanowiska strzeleckiego (uzbrojenia pokładowego).

Podstawowym problemem naukowym a zarazem badawczym, przedstawionym i rozwiązanym przeze mnie w monografii, było opracowanie sposobu integracji systemu awionicznego z nabełmowym systemem wskazywania celu oraz określenie możliwości i ograniczeń metod funkcjonowania nabełmowych systemów celowniczych (stosowanych na wybranych wojskowych statkach powietrznych zagranicznych lub nowo opracowanych w ITWL) analizowanych w realizowanym projekcie budowy systemu NSC-1 Orion.

Ogólne wnioski jakie wyciągnąłem na podstawie przeprowadzonych analiz i badań zbudowanego systemu nabełmowego sterowania uzbrojeniem SNSU śmigłowca *W-3PL Głuszec* z nabełmowym systemem celowniczym NSC-1 Orion są następujące:

1. Niniejsza praca poszerza stan wiedzy dotyczącej zastosowania nabełmowych systemów celowniczych, ich funkcjonowania, sposobu użycia oraz metod wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota, a jej istotną cechą jest kompleksowa prezentacja zagadnień teoretycznych i praktycznych związanych z tematem pracy.
2. Zbudowany system nabełmowego sterowania uzbrojeniem wykonany jest przy uwzględnieniu zadań stawianych przed współczesnymi śmigłowcami bojowymi i przewidziany jest do zastosowania na śmigłowcu *W-3PL Głuszec* z możliwością zabudowy na innych śmigłowcach lub samolotach bojowych, wyposażonych w zintegrowany system awioniczny.
3. Nowoczesność i innowacyjność systemu NSC-1 Orion polega na tym, że jest zbudowany w architekturze otwartej, przeznaczonej do zabudowy na śmigłowcach posiadających odpowiedni poziom technologiczności m.in. *W-3PL Głuszec* oraz *Mi-24* (po ich wyposażeniu w zintegrowany system awioniczny).
4. Do realizacji funkcji nabełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca system ten określa w tych samych układach współrzędnych położenie hełmu, głowicy obserwacyjnej i stanowiska ruchomego. Niezbędne dane dla nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion pobierane są z części nawigacyjnej zintegrowanego systemu awionicznego ZSA zabudowanego na śmigłowcu *W-3PL Głuszec*.
5. Dla zapewnienia ergonomiczności i skrócenia procesu przygotowania do użycia uzbrojenia pokładowego podstawowe parametry pilotażowo-nawigacyjne, jak i dane dla procesu celowania są zobrazowane na zintegrowanym wyświetlaczu dziennocnym WDN-1, zamontowanym na hełmie pilota. System współpracuje m.in. z najnowszymi (opracowanymi i zbudowanymi w projekcie przez polską firmę PCO)

zminiaturyzowanymi goglami noktowizyjnymi PNL-3M, zmniejszającymi – co jest bardzo ważne – obciążenie kręgosłupa szyjnego pilota.

6. W zakresie rozwiązań technologicznych przedstawiony system NSC-1 Orion oparty jest na innowacyjnych rozwiązaniach niespotykanych w skali światowej. Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne w zbudowanym systemie nahałmowego sterowania uzbrojeniem SNSU śmigłowca W-3PL Głuszec są na najwyższym poziomie technologicznym.
7. Przełomowym rozwiązaniem w realizowanym projekcie jest zastosowanie technologii sztucznych sieci neuronowych do określania położenia kąтового hełmu pilota oraz zintegrowanego wyświetlacza dzień-nocny WDN-1 z implementacją techniki noktowizyjnej do celów nahałmowego zobrazowania informacji pilotażowo-nawigacyjnej i celowniczej (zminiaturyzowane gogle noktowizyjne PNL-3M).

Moim osobistym dorobkiem jest bezpośrednio kierowanie projektem badawczym pt.: „System nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec”, w ramach którego został opracowany i zbudowany pierwszy w Polsce nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion. Jako jeden z wykonawców projektu, brałem udział w opracowaniu wytycznych do budowy oraz badań nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion.

W ujęciu szczegółowym, jako kierownik realizowanego projektu, opracowałem załączniki merytoryczne do wniosków i umowy z Ministerstwem Nauki i Szkolnictwa Wyższego (zawierające ogólną koncepcję, zasadę działania i realizację techniczną systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec).

W ramach zespołu konstrukcyjno-badawczego, budującego nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion, współuczestniczyłem w opracowaniu wytycznych do Wstępnych Założeń Taktyczno-Technicznych na system nahałmowego sterowania uzbrojeniem SNSU śmigłowca W-3PL Głuszec, których efektem były opracowania wewnętrzne ITWL oraz wytycznych do Projektu Koncepcyjnego na system nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec. Uczestniczyłem w opracowaniu wytycznych do budowy systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec w zakresie: algorytmów pracy układu sterowania zobrazowaniem i jego współpracy ze zintegrowanym systemem awionicznym, oceny wiarygodności torów pomiarowych nahałmowego systemu celowniczego oraz wstępnych aplikacji programowych dla komputera graficznego dedykowanego dla nahałmowego systemu celowniczego.

W zakresie metod zastosowanych w nahałmowym systemie celowniczym NSC-1 Orion, opracowałem wytyczne do aplikacji algorytmów określania położenia kąтового hełmu pilota oraz wytyczne do budowy stanowiska uruchomieniowego dla układu zobrazowania nahałmowego systemu celowniczego. W szczególności opracowałem metodę określania kątów orientacji przestrzennej hełmu pilota względem kabiny śmigłowca na bazie kwaternionu położenia kąтового, otrzymywanego z pomiaru składowych wektora pola magnetycznego Ziemi (mierzonych w układzie hełmu i w układzie kabiny).

Opracowałem też wytyczne do badań funkcjonalnych układu zobrazowania systemu nahałmowego. Na ich bazie powstały szczegółowe Programy Badań, zawierające metodyki sprawdzeń wybranych urządzeń nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion w zakresie laboratoryjnych badań konstrukcyjnych, elektrycznych i funkcjonalnych (zgodnie z normami NO-06-A101:2005, NO-06-A104:2005 i NO-06-A108:2005), badań mechanicznych i klimatycznych (w zakresie odporności na czynniki środowiskowe zgodnie z NO-06-A103:2005 i NO-06-A107:2005) oraz badań kompatybilności elektromagnetycznej (zgodnie z NO-06-A200:1998 i NO-06-A500:1998).

4.3. Zaprezentowanie opracowanego i zbudowanego demonstratora technologii w zakresie nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion jako nowego wzoru uzbrojenia i sprzętu wojskowego na XX Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego Kielce'2012

Opracowany i zbudowany demonstrator technologii w zakresie nabełmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion został wdrożony do postaci urządzenia posiadającego cechy produktu finalnego (jako nowego wzoru uzbrojenia i sprzętu wojskowego) i prezentowany w dniach 03-06.09.2012 r. na XX Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego w Kielcach, na którym został wyróżniony prestiżową nagrodą DEFENDER przyznawaną za wyróżniające rozwiązania techniczne sprzętu dla obronności i bezpieczeństwa państwa.



Nagroda DEFENDER dla systemu NSC-1 Orion przyznana za wyróżniające rozwiązania techniczne sprzętu dla obronności i bezpieczeństwa państwa



Prezentacja demonstratora nabełmowego sterowania uzbrojeniem z systemem NSC-1 Orion na XX Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego w Kielcach 03-06.09.2012 r.

Nahelkowy system celowniczy NSC-1 Orion, zbudowany w ramach projektu rozwojowego realizowanego przez polskie konsorcjum naukowo-przemysłowe, należy do produktów odznaczających się oryginalnością i nowatorstwem myśli technicznej i technologicznej, walorami eksploatacyjnymi oraz korzystnymi wskaźnikami ekonomicznymi. Jako produkt krajowy, posiada duży uzasadniony ekonomicznie potencjał modernizacyjny. Z uwagi na realizację projektu przez polskie firmy tworzące konsorcjum naukowo-przemysłowe, system NSC-1 Orion jest konkurencyjny w stosunku do ofert zagranicznych. Dodatkowym atutem wyboru proponowanego rozwiązania byłaby realizacja przez krajowy przemysł lotniczy oraz możliwość jego tańszej modernizacji w zakresie układów zaawansowanego zobrazowania lub sterowania kierowanymi pociskami raketowymi (z uwagi na posiadanie kodów źródłowych w zakresie oprogramowania systemu).

System NSC-1 Orion jest przyjazny dla środowiska naturalnego, nie stanowi zagrożenia dla załogi i otoczenia. Zbudowany system wykorzystuje wiele technologii przyjaznych środowisku naturalnemu i nie zagraża jego parametrom fizyczno-chemicznym. W opinii środowiska lotniczego jego innowacyjność oraz względnie niska cena stanowi o jego atrakcyjności na rynkach krajowym i zagranicznych. Rozwiązanie promuje polski produkt, dokumentacja techniczna jest własnością polskich przedsiębiorstw, co upraszcza proces jego serwisowania i eksploatacji.

Ze względu na to, że oceniane zapotrzebowanie dla tego typu systemów na rynku jest duże, a uzyskane rozwiązania mogą być implementowane w innych rodzajach służb (np. w straży pożarnej, policji, służbach granicznych), istnieje możliwość utworzenia na bazie rozwiązań przedstawionych w projekcie przedsiębiorstw innowacyjnych i zwiększenia zatrudnienia w polskim przemyśle. Polski przemysł posiada 100% potencjał do produkcji systemu. Ponieważ zbudowany system jest demonstratorem technologii, stąd na chwilę obecną nie posiada certyfikatów, natomiast platforma dla której dedykowany jest system jest już wprowadzona na uzbrojenie SZ RP z wszystkimi wymaganymi certyfikatami w tym zakresie, co upraszcza wprowadzenie niniejszego systemu do eksploatacji w SZ RP.

Dodatkowo, nahelkowy system celowniczy NSC-1 Orion jako nowy wzór uzbrojenia i sprzętu wojskowego w postaci opracowanego i zbudowanego demonstratora technologii był publicznie prezentowany m.in. na wystawie sprzętu wojskowego w Centrum Konferencyjnym Wojska Polskiego (Warszawa, 13-19.03.2013) oraz na pokazie prac własnych w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych z okazji 60-lecia ITWL (Warszawa, 14.06.2013).

W postaci informacji reklamowych system NSC-1 Orion był prezentowany m.in. na Międzynarodowych Targach Uzbrojenia IDET'2013 (Czechy, Brno, 22-24.05.2013) oraz Międzynarodowych Targach Uzbrojenia AS'2013 (Ukraina, Kijów, 25-28.09.2013), a także na Międzynarodowych Pokazach Lotniczych AirShow'2013 (Radom, 24-25.08.2013).

Tematyka związana z systemami nahelkowego sterowania uzbrojeniem współczesnego statku powietrznego, a w tym z nahelkowym systemem celowniczym NSC-1 Orion była prezentowana na tegorocznej VII Konferencji Awioniki w postaci referatu: Szelmanowski A., Michalak S., Pazar A.: *Nahelkowy system celowniczy NSC-1 Orion dla polskich śmigłowców wojskowych*, Materiały konferencyjne, Krasiczyn, 18-21.09.2013.

Rozpoczęte zostały także prace w zakresie przygotowania zbudowanego nahelkowego systemu celowniczego NSC-1 Orion do wdrożenia na pokładzie śmigłowca *W-3PL Głuszec*. W tym zakresie opracowane zostały przy współudziale habilitanta programy badań mechanicznych i klimatycznych (w zakresie odporności na czynniki środowiskowe zgodnie z NO-06-A103:2005 i NO-06-A107:2005) oraz programy badań kompatybilności elektromagnetycznej (zgodnie z NO-06-A200:1998 i NO-06-A500:1998).

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta

Pełny wykaz osiągnięć naukowo-badawczych w zakresie dorobku i publikacji habilitanta zawiera Załącznik nr 3. Numeracja prac cytowanych w pkt. 5. jest zgodna z numeracją prac wykazanych w Załączniku nr 3.

5.1. Przegląd pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta

Osiągnięcia w pracy zawodowej i działalności naukowej przed doktoratem

W latach 1983-1988 studiowałem na Wydziale Mechanicznym Wojskowej Akademii Technicznej im. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie (specjalność: osprzęt samolotów i śmigłowców). W czasie studiów uczestniczyłem w działalności Koła Naukowego Mechaników WAT oraz w zajęciach sportowych UWKS WAT. W ramach pracy tego Koła zapoznawałem się z nowoczesnymi systemami nawigacyjno-celowniczymi i systemami automatycznego sterowania lotem, stosowanymi na samolotach *MiG-23* i *Su-22*. Brałem także udział w analizowaniu budowy i zasad działania pilotów automatycznych zabudowanych na śmigłowcach *Mi-8*, *Mi-14*, *Mi-17* i *Mi-24*.

W 1988 roku obroniłem dyplomową pracę magisterską pt.: „*Projekt koncepcyjny lotniczego systemu nawigacyjnego wykorzystującego pole ukształtowania terenu*” i uzyskałem tytuł magistra inżyniera elektromechanika w specjalności „osprzęt samolotów i śmigłowców”. Pracę dyplomową przygotowywałem pod kierunkiem **płk. mgr. inż. Bohdana Sawickiego** z Zakładu Osprzętu i Automatyki Lotniczej WAT. Studia skończyłem w 1988 r. **z wynikiem bardzo dobrym**.

W 1992 r. rozpocząłem służbę w Instytucie Technicznym Wojsk Lotniczych na stanowisku starszego inżyniera w Zakładzie Osprzętu Lotniczego i Sprzętu Wysokościowo-Ratowniczego. W tym samym roku zostałem powołany do grupy specjalistów technicznych pełniących dyżury dla Komisji Badania Wypadków Lotniczych MON (w której czynnie uczestniczyłem, jako członek komisji, do 2007 r.). Jako ekspert z ramienia ITWL, brałem udział w badaniach kilku incydentów i wypadków lotniczych (w tym katastrof lotniczych).

Jedną z wielu prac realizowanych przeze mnie w tym obszarze była ekspertyza w zakresie określenia rzeczywistych opóźnień wskazań odległościowego sztucznego horyzontu AGD-1 w ramach Komisji Badania Wypadków Lotniczych MON, powołanej do ustalenia bezpośredniej przyczyny katastrofy samolotu *TS-11 Iskra* nr 1H0713 zaistniałej dnia 11.11.1998 r. Do udziału w pracach tej komisji zostałem wyznaczony rozkazem Szefa Sztabu Generalnego WP nr 193/SG z dnia 24.08.1999 r. Badania wykonałem na specjalistycznym stanowisku wychyłowym SWT-1 (wahadle torsyjnym), zbudowanym w ITWL w 1993 r., w zespole konstrukcyjnym **płk. inż. Zbigniewa Kaczmarczyka**. Wyniki pracy zamieściłem w opracowaniu ITWL pt.: „*Protokół z badań nr 1/42/2000 w zakresie opóźnień wskazań sztucznego horyzontu AGD-1*” (III.N.20). Wyniki tych badań były wykorzystane przez komisję KBWL do weryfikacji hipotez w zakresie określenia możliwości utraty orientacji przestrzennej pilotów samolotu *TS-11 Iskra* jako przyczyny prowadzącej do katastrofy lotniczej.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek komisji KBWL, było opracowanie metod badań wybranych systemów pokładowych po zaistnieniu awarii statku powietrznego (m.in. II.F.5., II.E.11., II.E.14., III.N.20.). Problematyka ta była przeze mnie szerzej rozwijana w ITWL i prezentowana w postaci artykułów w czasopiśmie (m.in. II.E.14., II.E.52.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.6., II.L.7., II.L.9., II.L.15., II.L.16., II.L.30.) według załączonego wykazu publikacji.

W 1994 r. uczestniczyłem w badaniach kwalifikacyjnych samolotu *I-22 Iryda* (wersja *M-93*) w zakresie urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji inercyjnej, w tym systemu INS/GPS firmy Sagem (Francja). W 1995 r. uczestniczyłem w uzupełniających badaniach kwalifikacyjnych śmigłowca *W-3 Procjon*, w zakresie systemów giroskopowych AG-77 i AGR-74 oraz układu nawigacji autonomicznej KCS-305 i GREBIEN. W tym samym roku uczestniczyłem, jako sekretarz, w pracach Komisji ds. Wyboru Awioniki dla samolotu *I-22 Iryda* (wersja *M-96*), powołanej decyzją Dyrektora Departamentu Rozwoju i Wdrożeń MON. Na rzecz tej komisji wykonałem, w zespole ekspertów ITWL, analizy porównawcze parametrów taktyczno-technicznych oraz ekonomicznych dostępnych systemów nawigacyjno-celowniczych zgłoszonych do przetargu. Dane te były podstawą do określenia możliwości wyboru urządzeń awionicznych dla samolotu *I-22*. W 1997 r. uczestniczyłem w badaniach kwalifikacyjnych samolotu *An-28 Bryza* w zakresie urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji inercyjnej, w tym systemu odniesienia pionu i kursu AHRS LCR-92 firmy Litef (Niemcy) i systemu nawigacji inercyjnej INS/GPS LTN-101 firmy Litton (USA). W tym samym roku brałem udział w uzupełniających badaniach kwalifikacyjnych samolotu *I-22 Iryda* (wersja *M-96*) z wyposażeniem awionicznym firmy Sextant Avionique (Francja) w zakresie systemu nawigacji autonomicznej (m.in. busoli magnetycznej BL-03M, centrali nawigacji inercyjnej INS/GPS TOTEM-3000 oraz sztucznego horyzontu H140 ACM2).

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu badawczego awioniki, było opracowanie metod badań wybranych systemów pokładowych w zakresie poprawności funkcjonowania w warunkach naziemnych oraz podczas lotu statku powietrznego (m.in. II.F.9. ÷ II.F.12. oraz III.M.1. ÷ III.M.4.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopiśmie (m.in. II.E.3.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.2., II.L.3., II.L.5., II.L.11., II.L.14., II.L.17.) według załączonego wykazu publikacji.

W latach 1994-1996 uczestniczyłem w zespole konstrukcyjnym **prof. dr. hab. inż. Włodzimierza Dulewicza**, w którym zajmowałem się budową stanowisk wolnoobrotowych do badań czujników prędkości kątowej, wchodzących w skład współczesnych systemów orientacji przestrzennej i nawigacji inercyjnej (giroskopów światłowodowych i laserowych). W ramach tych prac wykonałem modernizację stanowiska zawieszkowego SZK-1 (do badań w warunkach statycznych o prędkości obrotu stołu pomiarowego w zakresie od 3,6 °/h do 36 °/s) oraz stanowiska wychyłowego SWT-1 jako tzw. wahadła torsyjnego (do badań w warunkach dynamicznych o harmonicznie zmiennej prędkości obrotu platformy ruchomej w zakresie amplitudy od 0,1 °/s do 400 °/s i częstotliwości od 0,1 Hz do 10 Hz). Stanowisko SWT-1 umożliwia wytwarzanie ruchu kątowego o zadanych parametrach odnośnie amplitudy prędkości kątowej lub amplitudy przyspieszenia kątowego (w zależności od kąta wychYLENIA początkowego platformy ruchomej). Do badań czujników prędkości kątowej w zakresie do 15 °/h w ITWL wykorzystywane są tzw. stoły przechyłne (m.in. stoły KPA-5 i stanowiska CGW). Stanowiska te weszły w skład wyposażenia laboratoryjnego ITWL przeznaczonego do badań nowoczesnych systemów orientacji przestrzennej i nawigacji inercyjnej (giroskopów strojonych dynamicznie oraz światłowodowych i laserowych czujników

prędkości kątowej). Przy ich wykorzystaniu prowadziłem badania diagnostyczne czujników prędkości kątowej DUS-155 ze składu pilota automatycznego samolotu *MiG-21*. Stanowiska te były stosowane również do okresowego skalowania czujników prędkości kątowej SFIM I-1426 i I-1456 firmy Sagem (Francja) oraz systemów odniesienia pionu i kursu AHRS LCR-92 firmy Litef (Niemcy), stanowiących wyposażenie ITWL w zakresie badań statków powietrznych w locie i wykorzystywanych jako pokładowa aparatura badawcza w czasie badań kwalifikacyjnych samolotów *I-22 Iryda* i *PZL-130 Orlik* oraz śmigłowców *SW-4 Puszczczyk* i *W-3 Sokół*.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu konstrukcyjno-badawczego, było opracowanie metod badań wybranych systemów pokładowych na stanowiskach wolnoobrotowych oraz metod sprawdzenia stabilności ruchu kątowego wytwarzanego w stanowiskach wolnoobrotowych zbudowanych w ITWL (m.in. II.F.1., II.F.6. ÷ II.F.8., II.F.13.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopismach (m.in. II.E.3., II.E.52.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.6., II.L.8., II.L.10.) według załączonego wykazu publikacji.

W 1995 r. zostałem powołany przez Radę Naukową ITWL na stanowisko starszego asystenta. Prowadziłem temat badawczy w ramach działalności statutowej w zakresie opracowania i budowy stanowiska wolnoobrotowego SPB-1 o napędzie wykorzystującym silniki krokowe z elektronicznym podziałem wartości skoku (według koncepcji prof. Włodzimierza Dulewicza) przeznaczonego do wytwarzania ustalonych prędkości kątowych w zakresie od 0,5 °/h do 270 °/h (w trybie przeciwbieżnym) oraz od 270 °/h do 400 °/s (w trybie współbieżnym). Rozwiązanie techniczne w zakresie stanowiska przeciwbieżnego zostało opatentowane w Biurze Patentowym RP (zastrzeżenie patentowe nr P-320066 z 19.05.1997 r.). Wyniki prac konstrukcyjnych stanowiska oraz badań w zakresie stabilności wytwarzanego przez niego ruchu obrotowego zamieściłem w opracowaniach ITWL pt.: „*Stanowisko przeciwbieżne do wytwarzania małych prędkości kątowych*” (II.F.4.) i „*Badania funkcjonalne stanowiska przeciwbieżnego do wytwarzania małych prędkości kątowych*” (II.F.3.).

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu konstrukcyjno-badawczego, było opracowanie metod badań stabilności ruchu kątowego wytwarzanego w stanowisku przeciwbieżnym zbudowanym w ITWL (m.in. II.F.3., II.F.4.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopismach (m.in. II.A.1. ÷ II.A.5.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.1., II.L.4., II.L.18.) według załączonego wykazu publikacji.

W 1996 r. uczestniczyłem w zajęciach programowych Wojskowej Akademii Technicznej w przedmiocie: „*Dynamika maszyn w ujęciu komputerowym*”, a w 1998 r. w przedmiocie: „*Nieliniowa mechanika maszyn w ujęciu komputerowym*”. Wyniki tych szkoleń wykorzystałem do opracowania modeli matematycznych przekładni zębatych i napędów elektrycznych stosowanych w stanowiskach wolnoobrotowych eksploatowanych w Siłach Zbrojnych RP (stanowiska UPG-48 i UPG-56) oraz nowo budowanych w ITWL (stanowiska SZK-1 i SPB-1). Problemem konstrukcyjnym w tych pracach było zbudowanie stanowiska wytwarzającego ruch obrotowy o stabilnej chwilowej prędkości kątowej. Problemem badawczym było opracowanie układu detekcyjnego zdolnego zmierzyć i zarejestrować przebiegi chwilowej prędkości kątowej wytwarzanej w tych stanowiskach, na bazie których możliwa byłaby analiza poziomu wahań jej wartości chwilowej oraz określenie przyczyn występowania tych zaburzeń. Do pomiaru przebiegów chwilowej prędkości kątowej wytwarzanej w tych stanowiskach wykorzystywałem różne czujniki ruchu obrotowego (m.in.

giroskopowe, światłowodowe). Wyniki tych prac zestawilem w opracowaniu ITWL pt.: „*Wykorzystanie optoelektroniki do analizy przyczyn wahań prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych*” (II.F.2.).

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako kierownik zespołu konstrukcyjno-badawczego, było opracowanie nowatorskich metod pomiaru i analizy zarejestrowanych przebiegów chwilowej prędkości kątowej w zakresie stabilności ruchu kątowego wytwarzanego w stanowiskach wolnoobrotowych zbudowanych w ITWL (m.in. II.F.2., III.M.5.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopismach (m.in. II.A.1., II.A.5., II.E.2.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.1., II.L.4., II.L.10., II.L.18.) według załączonego wykazu publikacji.

W latach 1997-1998 opracowałem projekt Polskiej Normy PN-V-82002:1998 „*Czujniki położenia kątowego i prędkości kątowej statku powietrznego. Ogólne wymagania i metody badań*” (III.M.5.). Stanowi ona jeden z podstawowych dokumentów normalizacyjnych stosowanych w Laboratorium Badania Awioniki (działającym przy Zakładzie Awioniki ITWL). W latach 1998-1999 brałem udział, jako wykonawca, w realizacji projektu badawczego nr 0 T00A017014 pt.: „*Opracowanie układu i metody badań ruchu wolnoobrotowego o prędkości kątowej rzędu obrotu Ziemi*”, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych. W latach 1999-2000 realizowałem, finansowany przez Komitet Badań Naukowych, projekt badawczy (promotorski) nr 0T00A 006 17 pt.: „*Analiza przyczyn zaburzeń prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych*”. W ramach tej pracy zmodernizowałem zbudowany w Instytucie Fizyki Technicznej WAT czujnik światłowodowy (bazujący na interferometrze Sagnaca). Dzięki temu układowi dokonałem pomiaru przebiegów chwilowej prędkości kątowej, wytwarzanej w badanych stanowiskach wolnoobrotowych. Zastosowanie analizy widmowej opartej na metodzie FFT umożliwiło mi określić główne przyczyny jej zaburzeń.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu konstrukcyjno-badawczego, było opracowanie metod pomiaru prędkości kątowej o wartości średniej rzędu prędkości obrotu Ziemi wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych oraz metod sprawdzenia stabilności wytwarzanego w nich ruchu kątowego. Opracowany układ pomiarowy, bazujący na czujniku światłowodowym, umożliwił pomiar chwilowej prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych eksploatowanych w Siłach Zbrojnych RP oraz stanowiskach zbudowanych w ITWL. Otrzymano bazę danych w zakresie stabilności wartości średniej i poziomu zaburzeń wartości chwilowej ruchu kątowego wytwarzanego w stanowiskach wolnoobrotowych posiadanych w kraju (m.in. II.F.2.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopismach (m.in. II.A.1. ÷ II.A.5., II.E.2.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.1., II.L.4., II.L.10., II.L.18.) według załączonego wykazu publikacji.

W dniu 12.04.2000 r., przed Radą Naukową ITWL, **obroniłem z wyróżnieniem** rozprawę doktorską pt.: „*Analiza przyczyn zaburzeń prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych*”. Rozprawę przygotowywałem pod kierunkiem **plk. dr. hab. inż. Leszka R. Jaroszewicza** z Zakładu Technicznych Zastosowań Fizyki Instytutu Fizyki Technicznej WAT (promotora pracy). Recenzentami pracy doktorskiej byli: **prof. dr. hab. inż. Zdzisław Gosiewski** z WAT i **kmdr dr. hab. inż. Tadeusz Niedziela** z ITWL. W dniu 24.05.2000 r. uchwałą Rady Naukowej ITWL nadano mi stopień **doktora nauk technicznych** w dyscyplinie **budowa i eksploatacja maszyn**, w specjalności **diagnostyka maszyn**.

Osiągnięcia w pracy zawodowej i działalności naukowej po doktoracie

W 2000 r. zostałem powołany przez Radę Naukową ITWL na stanowisko adiunkta zakładu naukowo-badawczego. Na bazie zbudowanego laboratorium ITWL ze stanowiskami do wytwarzania małych prędkości kątowych, w 2000 r. **wykonałem próby cechowania aparatury do wykrywania drgań skrętnych na stanowisku wychyłowym (wahadle torsyjnym) SWT-1 w ramach pracy dla Instytutu Geofizyki PAN (badania nad falami sejsmicznymi rotacyjnymi, propagującymi się w warstwach wierzchnich Ziemi)**. Próby obejmowały przygotowanie stanowiska oraz opracowanie metodyki sprawdzenia charakterystyk częstotliwościowych zbudowanej aparatury IGF PAN.

W latach 2000-2003 uczestniczyłem w pracach związanych z przedłużaniem resursu pilotów automatycznych i układów kursowych samolotów *MiG-21 UM* i *MiG-21 Bis* w ramach przedłużania ich resursu międzyremontowego. Opracowałem metodę oceny jakości działania pilota automatycznego na bazie analizy przebiegów odpowiedzi zarejestrowanych przy wykorzystaniu oscyloskopu cyfrowego. Przygotowałem metodyki oceny stanu technicznego systemu automatycznego sterowania lotem oraz układu kursu i pionu dla samolotów *MiG-23*, w ramach planowanego przedłużania ich resursu międzyremontowego.

W latach 2001-2013 uczestniczyłem w rozległych pracach związanych z przedłużaniem resursu systemu automatycznego sterowania lotem i bezwładnościowego układu kursu i pionu samolotów *Su-22*, dla których w 2005 r. opracowałem znowelizowane metodyki oceny stanu technicznego. Przygotowałem także metodyki oceny stanu technicznego systemu automatycznego sterowania lotem oraz bezwładnościowego układu kursu i pionu dla samolotów *MiG-29*, w ramach przygotowywanej dla nich eksploatacji według metody kontroli stanu technicznego. Wykorzystując opracowane (lub znowelizowane) przeze mnie metody oceny stanu technicznego systemów automatycznego sterowania lotem oraz systemów orientacji przestrzennej i nawigacji **wykonałem, jako kierownik tematu i główny wykonawca, przedłużenie resursu międzyremontowego i technicznego dla 17 egz. *MiG-21BIS*, 20 egz. *MiG-21UM*, 116 egz. *Su-22M4* i 39 egz. *Su-22UM3K***.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako kierownik zespołu badawczego, było opracowanie metod oceny możliwości zwiększenia zasobu pracy pilotów automatycznych, systemów automatycznego sterowania lotem oraz układów kursowych i systemów odniesienia pionu i kursu na bazie oceny ich bieżącego stanu technicznego (m.in. II.F.49. ÷ II.F.52. i III.M.7. ÷ III.M.104.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci publikacji książkowych (m.in. II.E.7., II.E.11.), artykułów w czasopismach (m.in. II.A.6., II.A.7., II.E.15., II.E.18., II.E.43., II.E.45., II.E.49., II.E.50.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.24., II.L.26. ÷ II.L.29., II.L.65. ÷ II.L.67., II.L.70., II.L.76. ÷ II.L.82.) według załączonego wykazu publikacji.

W latach 2002-2003 **opracowałem zmodernizowaną metodę wykonywania prac dewiacyjnych układów kursowych samolotów *Su-22* i *MiG-29*** (wprowadzony dla samolotów *Su-22* biuletyn eksploatacyjny nr O/4624/E/2003 pt.: „*Zmodernizowana metoda wykonywania prac dewiacyjnych na samolotach Su-22*”). Nowatorskim podejściem w tej metodzie było potraktowanie przeze mnie przebiegu błędów układu określania kursu magnetycznego (tzw. dewiacji magnetycznej) jako funkcji okresowej, dla której można zastosować analizę widmową. Powtarzające się wartości błędów dla tych samych ustawień statku powietrznego w kanale kursu magnetycznego poddałem analizie widmowej przy wykorzystaniu szybkiej transformacji Fouriera. Otrzymane rozkłady widmowe pozwoliły mi określić poszczególne składowe dewiacji magnetycznej (składową stałą jako dewiację okrężną, pierwszą harmoniczna jako dewiację półokrężną, drugą harmoniczna jako dewiację

ćwierćokrężną). Rozwinięciem metody oceny stanu technicznego układu kursowego było wykorzystanie przeze mnie analizy wyższych harmonicznych w rozkładzie widmowym dewiacji magnetycznej do wykrywania i identyfikacji błędów przyrządowych, występujących tylko na wybranych kursach magnetycznych. Na ich podstawie można diagnozować specyficzne niesprawności wskaźnika układu kursowego lub torów kompensacyjnych mechanizmu korekcyjnego. Metoda ta została opisana w metodykach oceny stanu technicznego układów określania pionu i kursu, opracowanych w ramach przedłużania rezerwu międzyremontowego i technicznego samolotów *Su-22*.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako kierownik zespołu badawczego, było opracowanie metod pomiaru i analizy zarejestrowanych przebiegów błędów układów kursowych w zakresie wyznaczania kursu magnetycznego (m.in. II.B.9., II.B.13., II.B.14., II.F.50., II.F.52.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopismach (m.in. II.E.44., II.E.48.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.71. ÷ II.L.73.) według załączonego wykazu publikacji.

W latach 2002-2006 uczestniczyłem w pracach związanych z budową zmodernizowanych (na bazie układów komputerowych) wózków diagnostycznych AKRS-N dla systemu nawigacyjno-celowniczego samolotów *MiG-29*. Jednym z problemów badawczych była identyfikacja parametrów diagnostycznych dla kompleksu nawigacyjno-celowniczego oraz analiza możliwości diagnozowania stanu technicznego systemu nawigacji inercjalnej samolotu *MiG-29*. Na bazie tych doświadczeń opracowałem metodę kontroli stanu technicznego dla systemu nawigacji inercjalnej samolotów *Su-22* i *MiG-29*, bazującą na analizie wartości błędów wyliczania inercjalnej prędkości lotu i pozycji nawigacyjnej spowodowanych błędami (uszkodzeniami) czujników inercjalnych wykorzystywanych w tym systemie (giroskopów i akcelerometrów) oraz układami pozycjonowania w horyzoncie i tzw. girokompasowania. Wyniki badań rzeczywistych systemów w zakresie ich błędów, przy testowaniu tych systemów w ramach przedłużania rezerwu, zaprezentowałem w kilku publikacjach m.in. w artykule pt.: „*Methods of diagnose the inertial navigation systems through analysis of Schuler errors*” (II.A.6.). Metoda ta jest wykorzystywana na bieżąco do oceny stanu technicznego systemu nawigacji inercjalnej w czasie przedłużania rezerwu samolotów *Su-22*. Była ona również wykorzystywana do oceny wartości błędów w trybie pracy autonomicznej dla centrali nawigacji inercjalnej TOTEM-3000/EGI-3000 w czasie badań kwalifikacyjnych śmigłowca *W-3PL Głuszec* w 2008 r.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako kierownik zespołu badawczego, było opracowanie metod pomiaru i analizy zarejestrowanych przebiegów błędów systemu nawigacji inercjalnej w zakresie określania prędkości inercjalnej lotu oraz pozycji nawigacyjnej (m.in. II.F.19., II.F.50., II.F.52.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci publikacji książkowych (m.in. II.E.7.), artykułów w czasopismach (m.in. II.E.22., II.E.28., II.E.38.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.33., II.L.36., II.L.43., II.L.59.) według załączonego wykazu publikacji.

W 2004 r. brałem udział, jako główny wykonawca, w realizacji zadania statutowego pt.: „*Opracowanie stanowiska badawczego do integracji systemów awionicznych na bazie cyfrowych szyn danych*”, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Przy realizacji tego zadania dokonałem, w ramach zespołu konstrukcyjno-badawczego, analizy w zakresie wymagań NATO/ICAO dla integracji systemów awionicznych, architektury wybranych zintegrowanych systemów awionicznych oraz rodzajów cyfrowych szyn transmisji danych i aparatury wykorzystywanej do integracji systemów awionicznych. Na bazie wniosków z tych analiz opracowałem założenia na stanowisko badawcze oraz uczestniczyłem

w budowie i uruchomieniu stanowiska badawczego do integracji systemów awionicznych. W szczególności brałem udział w opracowaniu projektu koncepcyjnego dla stanowiska badawczego oraz modernizacji sieci elektroenergetycznej w zakresie odpowiednich wartości napięć elektrycznych wymaganych do jego zasilania. Zbudowane stanowisko badawcze, bazujące na komputerze laboratoryjnym pełniącym rolę komputera misji, stanowi podstawowy element integracyjny, umożliwiający elektroniczne połączenie (na bazie cyfrowych szyn danych standardu MIL-1553B i ARINC-429) urządzeń i systemów awionicznych oraz tworzenie oprogramowania integracyjnego. Oprogramowanie stanowiska badawczego umożliwia obsługę, testowanie i symulację pracy wyposażenia awionicznego, w tym urządzeń podsystemu nawigacyjnego, komunikacyjnego oraz walki radioelektronicznej. Prace nad budową stanowiska badawczego umożliwiły zdobycie doświadczenia w zakresie opracowywania metod integracji urządzeń i systemów awionicznych oraz ich analizy pod kątem możliwości i sposobu modernizacji. Pozwoliło to na przygotowanie bazy laboratoryjnej i personelu naukowo-technicznego do podjęcia tematów związanych z integracją urządzeń awionicznych dla statków powietrznych eksploatowanych w Siłach Zbrojnych RP. **W szczególności stanowisko to było wykorzystywane w Zakładzie Awioniki ITWL m.in. do wstępnego przygotowania oprogramowania dla integracji urządzeń śmigłowca W-3PL Głuszcac oraz samolotów TS-11F i PZL-130 Orlik, w ramach opracowywania dla nich zintegrowanego systemu awionicznego.**

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako główny wykonawca, było opracowanie metod integracji urządzeń na bazie cyfrowych szyn danych w zakresie określania funkcji i zadań oraz architektury zintegrowanego systemu awionicznego (m.in. II.F.34.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopiśmie (m.in. II.E.34. ÷ II.E.42.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.21. ÷ II.L.23., II.L.25., II.L.38., II.L.50.) według załączonego wykazu publikacji.

W latach 2004-2007 **uczestniczyłem w pracach zespołu konstrukcyjno-badawczego opracowującego zintegrowany system awioniczny dla zmodernizowanego śmigłowca wielozadaniowego W-3PL Głuszcac.** Zintegrowany system awioniczny stanowi makrosystem (obejmujący różnorodne systemy pokładowe), przeznaczony dla wojskowych statków powietrznych działających na współczesnym, sieciocentrycznym polu walki (m.in. śmigłowców W-3PL Głuszcac i Mi-24). W tym zakresie system zintegrowany umożliwia wymianę informacji dostępnej w sieci (m.in. w zakresie sytuacji taktycznej i poleconych zadań) oraz przesyłanie informacji z pokładu śmigłowca do stanowisk dowodzenia (m.in. obrazów z głowicy obserwacyjno-celowniczej). W odniesieniu do załogi śmigłowca zintegrowany system awioniczny wspomaga pilotów w procesie przetwarzania informacji pochodzącej z wielu podsystemów pokładowych (wybierając informacje konieczne w danym etapie lotu) i zarządzania nią, co zwiększa tzw. świadomość sytuacyjną pilotów oraz umożliwia im skupić się na realizacji bieżącego zadania. Wśród głównych problemów badawczych w zakresie budowy zintegrowanego systemu awionicznego dla śmigłowca W-3PL Głuszcac było określenie funkcji związanych z przetwarzaniem informacji otrzymywanych z urządzeń obejmujących: system zarządzania lotem i systemami pokładowymi (wykorzystujący modułowy komputer misji KM-1), system dialogowy (bazujący na monitorach wielofunkcyjnych MW-1 oraz wskaźniku przeziernym HUD), system nawigacyjny (wykorzystujący m.in. centralę nawigacji inercyjnej EGI-3000, centralę danych aerodynamicznych ADU-3000 oraz systemy radionawigacyjne takie, jak TACAN/VOR/ILS), system łączności (w tym sieć dowodzenia i łączności lotnictwa, sieć dowodzenia i łączności wspieranych wojsk, sieć wymiany danych), system ochrony własnej, system obserwacyjny (głowica obserwacyjno-celownicza Toplite), system uzbrojenia (ruchome stanowisko strzeleckie z karabinem WKM-B), system przygotowania i oceny realizacji zadania (część pokładowa), systemy zespołu nośno-napędowego oraz

pozostałe systemy płatowca i jego instalacji. W celu rozwiązania tych problemów opracowano tzw. rdzeń zintegrowanego systemu awionicznego, w którym główną rolę pełni system zarządzania statkiem powietrznym (komputer misji KM-1 oraz koncentrator sygnałów KS-1, z aplikacjami opracowanymi w ITWL). Komputer misji KM-1 obsługuje szereg cyfrowych szyn danych (m.in. MIL-1553B, ARINC-429, ETHERNET, RS-485), z kolei koncentrator sygnałów KS-1 wprowadza do systemu zarządzania i wyprowadza z niego sygnały analogowe i binarne, specyficzne dla wyposażenia śmigłowca W-3PL Głuszc (głównie z tych systemów, które nie były projektowane do pracy w środowisku cyfrowym). Z systemem zarządzania ściśle współpracuje system dialogowy, za którego pośrednictwem załoga otrzymuje informacje pilotażowo-nawigacyjne oraz sygnały o stanie sprawności wyposażenia statku powietrznego. Do zobrazowania informacji wykorzystano monitory wielofunkcyjne MW-1 (umożliwiające zmianę plansz w zależności od etapu lotu lub rodzaju wykonywanego zadania) oraz wskaźnika przeziernego HUD. W zależności od wymaganego zakresu funkcji, zdefiniowanego w wymaganiach dla systemu ZSA, w skład systemu dialogowego może wchodzić system sterowania klasy HOTAS/HOCAS.

W ramach realizacji tego tematu **brałem udział m.in. w opracowaniu wytycznych na system nawigacyjny śmigłowca wielozadaniowego W-3PL Głuszc (stanowiący podsystem zintegrowanego systemu awionicznego) oraz w opracowaniu programów z metodykami badawczymi i protokołów z badań.** Osobiście prowadziłem sprawdzenia laboratoryjne wybranych urządzeń składowych zintegrowanego systemu awionicznego w ramach badań funkcjonalnych i mechaniczno-klimatycznych (wykonywanych w Laboratorium Narażeń Mechanicznych i Klimatycznych ITWL) oraz kompatybilności elektromagnetycznej (w Laboratorium Kompatybilności Elektromagnetycznej Centrum Techniki Morskiej w Gdyni).

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu badawczego, było opracowanie metod oceny poprawności funkcjonowania wybranych urządzeń składowych w zintegrowanym systemie awionicznym śmigłowca W-3PL Głuszc (m.in. II.F.38., II.F.50., II.F.52.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci publikacji książkowych (m.in. II.E.8., II.E.9.), artykułów w czasopismach (m.in. II.E.12., II.E.17., II.E.20., II.E.33., II.E.35. ÷ II.E.42.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.20., II.L.25., II.L.38., II.L.50. ÷ II.L.52., II.L.56., II.L.58. ÷ II.L.62., II.L.64.) według załączonego wykazu publikacji.

W zakresie systemu nawigacyjnego zintegrowany system awioniczny ZSA umożliwia m.in. powiązanie danych otrzymywanych z centrali INS/GPS EGI-3000 (wspomaganej informacjami z centrali danych aerodynamicznych ADU-3000) ze współrzędnymi mapy cyfrowej i wyświetlanie ich na monitorach wielofunkcyjnych MW-1. Mapa cyfrowa wyświetlana w systemie dialogowym jest zawsze mapą obrotową (zorientowaną) i przesuwną (znacznik jest w środku mapy). Rozwiązanie zastosowane w systemie ZSA umożliwia także wykorzystywanie map standardu NATO (w tym tzw. ortofotomap, dostępnych w Polsce oraz pochodzących z innych krajów). Zintegrowany system awioniczny zabudowany na śmigłowcu W-3PL Głuszc został zaprojektowany jako tzw. system otwarty (wykorzystujący komputer misji KM-1 i cyfrowy standard transmisji danych MIL-1553B), co umożliwia jego rozbudowę o dodatkowe systemy, stosowanych we współczesnych śmigłowcach bojowych.

Pozwala to na osiągnięcie dodatkowych funkcji systemu w postaci m.in. nahałmowego systemu celowniczego, umożliwiającego nahałmowe sterowanie położeniem kątowym karabinu WKM-B ruchomego stanowiska strzeleckiego (wersja zakładana) oraz nahałmowe sterowanie linią wizowania głowicy obserwacyjno-celowniczej Toplite i nahałmowe wskazywanie celu kierowanym pociskom raketowym (wersja docelowa).

Otwarta architektura zintegrowanego systemu awionicznego pozwala na zastosowanie urządzeń różnych producentów dostępnych na rynku awionicznym. Funkcje zarządzania systemem uzbrojenia (w zintegrowanym systemie awionicznym) tak zaplanowano, aby umożliwiały wykorzystanie zarówno systemów „starych” (tzw. wschodnich), jak i nowych systemów zachodnich, sterowanych poprzez cyfrową szynę danych według standardu MIL-STD-1760. System realizuje funkcje m.in. rozpoznawania rodzaju podwieszonoego środka bojowego, zliczania liczby ich zużycia oraz zarządzania dostępnością (możliwością użycia) i wyborem długości serii. Funkcje powyższe, wybierane przez załogę śmigłowca *W-3PL Głuszc* i rozpoznawane przez komputer misji KM-1, zamieniane zostają w sygnały sterujące podwieszonym uzbrojeniem za pomocą opracowanego w ITWL interfejsu podwieszono IP-1. Zintegrowany system awioniczny ZSA śmigłowca *W-3PL Głuszc* umożliwia także funkcje obserwacyjne i celownicze (włącznie z funkcją zoomowania, określania odległości do wybranego celu oraz jego automatycznego śledzenia), poprzez wykorzystanie głowicy obserwacyjno-celowniczej Toplite. Warunkiem wykonania zadania bojowego jest jego przygotowanie, co w zintegrowanym systemie awionicznym ZSA umożliwia system planowania misji. W wersji opracowanej w ITWL system taki pozwala załodze zaplanować zadanie na podstawie aktualnych danych taktycznych, otrzymanych ze stanowiska dowodzenia, poprzez dowiązanie warunków planu misji do posiadanej bazy danych. W szczególności pozwala on na wprowadzenie informacji nawigacyjnej i celowniczej (m.in. punkty planowanej trasy lotu, dane o wybranych celach, dane nawigacyjne, sposoby przeciwdziałania, użycie uzbrojenia, plan łączności radiowej). W powyższym zakresie zintegrowany system awioniczny ZSA, zabudowany na śmigłowcu *W-3PL Głuszc*, jest systemem przygotowanym do pracy w tzw. systemie sieciocentrycznym, umożliwiającym realizację zaawansowanego szkolenia lotniczego personelu latającego i spełniającym warunki użycia go do realizacji misji bojowych na współczesnym polu walki w każdych warunkach dobowych (dzienno-nocnych).

W 2007 r., w ramach zespołu konstrukcyjno-badawczego, otrzymałem Nagrodę GRAND PRIX i DEFENDER na XV Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego MSPO'2007 w Kielcach w dniu 06.09.2007 r. za opracowanie zintegrowanego systemu awionicznego dla śmigłowca *W-3PL Głuszc* jako wyróżniające się rozwiązanie techniczne sprzętu dla obronności i bezpieczeństwa państwa.

W latach 2007-2009 brałem udział, jako wykonawca, w realizacji projektu badawczego nr O R00 0066/3 pt.: *„Opracowanie technologii oraz stanowiska do optymalizacji zintegrowanego systemu awionicznego na pokłady statków powietrznych”*, finansowanego przez Komitet Badań Naukowych. Realizacja tej pracy wymagała wielu czynności przygotowawczych m.in. analiz zadań realizowanych przez statki powietrzne na przykładzie samolotu szkolno-bojowego. Współczesne wojskowe zintegrowane systemy awioniczne zawierają złożone funkcjonalnie i skomputeryzowane podsystemy i terminale (m.in. nawigacyjne, łączności i sterowania uzbrojeniem). Ich integracja z użyciem cyfrowych szyn danych (m.in. MIL-1553B) wymaga odpowiednich narzędzi badawczych, w tym tzw. stanowisk integracyjnych i testerów oprogramowania wykorzystywanych do ich optymalizacji. Przykładowy system zintegrowany spełniający standard MIL-STD-1553B „scala ze sobą” takie podsystemy, jak centralę nawigacji inercyjnej, system nawigacji satelitarnej, centralę danych aerodynamicznych, elektroniczny układ kursowy oraz radiowysokościomierz i dopplerowski miernik prędkości. Do komunikacji i integracji urządzeń awionicznych system taki może wykorzystywać m.in. kontroler szyny (sterownik), odległy terminal integrujący poszczególne podsystemy awioniczne (lub podsystem z wbudowanym urządzeniem końcowym jako autonomiczny odległy terminal z wewnętrznym interfejsem) oraz monitor szyny (opcjonalnie rejestrator szyny). Standardowym elementem wspomagającym opracowywanie, a następnie testowanie oprogramowania integrującego

urządzenia awioniczne (stosowanym przez liczące się firmy integrujące) jest stanowisko badawcze, którego zadaniem jest m.in. uruchomienie, testowanie i optymalizacja systemów awionicznych w zakresie ich architektury, organizacji i szczegółowego zarządzania poszczególnymi trybami pracy integrowanego systemu. Posiadanie takiego stanowiska pozwoliło ITWL uzyskać możliwości firm zachodnich w zakresie integrowania nowych urządzeń awionicznych (czego przykładem jest realizacja modernizacji śmigłowca *W-3PL Głuszec* na potrzeby Sił Zbrojnych RP).

W ramach realizacji tego tematu **brałem udział m.in. w opracowaniu założeń na stanowisko do optymalizacji zintegrowanego systemu awionicznego oraz budowie stanowiska integracyjnego do potrzeb realizacji wyposażenia statków powietrznych.** Uczestniczyłem w wykonaniu i próbach badawczego stanowiska integracyjnego awioniki statku powietrznego w zakresie zasilania elektroenergetycznego oraz integrowania wybranych urządzeń awionicznych i jego optymalizacji.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu konstrukcyjno-badawczego, było opracowanie metod optymalizacji funkcji i struktury zintegrowanych systemów awionicznych (m.in. II.F.21. ÷ II.F.26., II.F.29. ÷ II.F.33.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopismach (m.in. II.E.16., II.E.18., II.E.19., II.E.33., II.E.38., II.E.39.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.21. ÷ II.L.23., II.L.38., II.L.43., II.L.44., II.L.50. ÷ II.L.52., II.L.56., II.L.57., II.L.59., II.L.60.) według załączonego wykazu publikacji.

Ideałem obecnie przyjętego sposobu integracji jest budowa tzw. cyfrowej „szklanej” kabiny (tzw. standard Glass Cockpit), w której pilot otrzymuje tylko taką informację, jaka jest mu rzeczywiście niezbędna do wykonywania postawionego zadania i to w postaci zobrazowania na wyświetlaczach wielofunkcyjnych, co pozwala zabezpieczyć „ciągłość” panowania nad statkiem powietrznym i utrzymać tzw. świadomość sytuacyjną. Jednym z istotnych elementów zapewnienia takich możliwości jest stanowisko integracyjne, stanowiące narzędzie badawcze w zakresie optymalizacji oprogramowania zintegrowanych systemów awionicznych. Zbudowane w ITWL stanowisko badawcze pozwala rozwiązywać problemy wynikające podczas uruchamiania i testowania opracowywanego oprogramowania integrującego urządzenia awioniczne w zakresie optymalizacji jego funkcjonalności i niezawodności działania.

W celu opracowania optymalnych rozwiązań, podczas prac integracyjnych w ITWL wykorzystałem specjalizowane narzędzia badawcze i laboratoryjne. Głównym elementem wspomagającym prace badawcze jest stanowisko integracyjne awioniki. Pierwotnie stanowisko to zostało wykorzystane dla potrzeb uruchomienia i testowania posiadanego w Zakładzie Awioniki ITWL zestawu urządzeń systemu awionicznego zabudowanego na samolocie *I-22 Iryda* w wersji *M-96* (zintegrowanego w latach dziewięćdziesiątych przez firmę Sextant Avionique). Na stanowisku w wersji „zamkniętej” zabudowany był podstawowy zestaw urządzeń do konstrukcji zintegrowanego systemu awionicznego, obejmujący m.in. centralę nawigacji inercyjnej i satelitarnej INS/GPS (jako źródło sygnałów pilotażowo-nawigacyjnych), wskaźnik przezierny SHUD (jako celownik i jednocześnie komputer zarządzający całym zintegrowanym systemem awionicznym), pulpit sterowania systemem UFCP (jako panel sterowania zabudowany na wskaźniku SHUD i obsługiwany przez pilota), wtórnik wskaźnika przeziernego SMD-54 (jako monitor wielofunkcyjny do zobrazowania informacji z SHUD) oraz rejestrator obrazu z SHUD. Ponieważ system zabudowany na stanowisku jest systemem „zamkniętym” pod względem zadań, urządzeń i oprogramowania (czyli jest zoptymalizowanym do przyjętych wymagań ZTT dla wybranego samolotu *I-22 Iryda* w wersji *M-96*), stąd aby otrzymać system „otwarty” (posiadający możliwości rozbudowy w zakresie urządzeń i modyfikacji w zakresie

oprogramowania) stanowisko wyposażono dodatkowo w komputer misji KM-1 i monitory wielofunkcyjne MW-1 (z klawiaturą sterującą pracą systemu) oraz terminale cyfrowych szyn danych przewidziane do „podłączenia” dodatkowych urządzeń np. radionawigacyjnych (m.in. radiokompasu, radiowysokościomierza oraz systemu nawigacji obszarowej VOR/TACAN i systemu lądowania ILS/MRK/DME). W ten sposób tak zbudowane stanowisko posiadało charakter uniwersalnego stanowiska do integracji, uruchomienia i testowania tzw. rdzenia systemu awionicznego dla dowolnego statku powietrznego (m.in. bojowego, komunikacyjnego, ratowniczego). Do włączenia zasilania i sterowania pracą poszczególnych urządzeń zintegrowanego systemu awionicznego wyposażono zbudowane stanowisko w dwa wydzielone pulpity, które umożliwiają włączenie zasilania poszczególnych urządzeń oraz (co jest ważne z punktu widzenia tzw. kompatybilności elektromagnetycznej) wykonanie badań odporności systemu na wprowadzane zakłócenia w zasilaniu elektroenergetycznym. Oprogramowanie systemu dla jego wersji „zamkniętej” zawarte jest w pamięci wskaźnika przeziernego SHUD (który w zintegrowanym systemie awionicznym pełni funkcję tzw. Mastera). Po włączeniu zasilania (za pomocą włączników zabudowanych na pulpicie zasilania) stanowisko badawcze umożliwia testowanie tzw. inicjalizacji (podnoszenia) systemu operacyjnego, a następnie poprawności działania poszczególnych aplikacji zarządzających „obsługą” zabudowanych urządzeń systemu awionicznego. Niezmiernie przydatną funkcją zbudowanego stanowiska badawczego ze zintegrowanym systemem awionicznym jest możliwość programowania planu lotu (tzw. misji).

Opracowane zostały w ramach zespołu konstrukcyjno-badawczego aplikacje programowe, które umożliwiają definiowanie planu lotu, w tym m.in. punktów drogi (ich długości i szerokości geograficznych oraz wysokości), kursu pasa startowego, nakazanego nachylenia i kąta drogi. System podaje także datę i czas bieżący lotu oraz oblicza czasy przylotu do wybranego celu. Szczególnym przypadkiem wyliczeń systemu jest określenie współrzędnych bieżącego punktu drogi. Istnieje też możliwość modyfikacji oraz kasowania wprowadzonych parametrów punktów drogi. W zakresie diagnostyki stanu technicznego zintegrowanego systemu awionicznego zaimplementowano oprogramowanie na stanowisku badawczym, które umożliwia ciągłe monitorowanie poprawności jego działania (tzw. kontrolę systemu). Obejmuje ono sygnalizowanie komunikatów ostrzegawczych oraz ich usuwanie. Stanowisko badawcze umożliwia wprowadzanie wybranych (symulowanych) uszkodzeń urządzeń. Wśród nich znajdują się uszkodzenia: centrali nawigacji inercjalnej i satelitarnej, centrali danych aerodynamicznych, wskaźnika przeziernego SHUD i jego monitora SMD-54. W odniesieniu do innych zabudowanych na stanowisku urządzeń istnieje możliwość wprowadzenia symulacji uszkodzeń m.in. czujnika kąta natarcia, radiokompasu oraz radiowysokościomierza. Jako podsumowanie procesu kontroli systemu wyświetlany jest tzw. status systemu. Zaimplementowane aplikacje kontroli stanu technicznego systemu umożliwiają dodatkowo przegląd historii jego uszkodzeń oraz wybór statusu niesprawności.

Moim osobistym wkładem w tym zakresie było opracowanie metody testowania poprawności przetwarzania informacji w zintegrowanych systemach awionicznych na bazie analizy przebiegów sygnałów z cyfrowej szyny danych MIL-1553B otrzymanych z wykorzystaniem oscyloskopu cyfrowego.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu konstrukcyjno-badawczego, było opracowanie nowatorskich metod pomiaru i analizy zarejestrowanych przebiegów sygnałów transmitowanych w cyfrowych szynach danych w zakresie określania poziomu zakłóceń i lokalizacji miejsca ich wystąpienia (m.in. II.F.27., II.F.28.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopiśmie (m.in. II.E.13., II.E.19., II.E.35. ÷ II.E.37., II.E.40., II.E.42.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.25., II.L.31., II.L.32., II.L.58., II.L.61., II.L.62., II.L.64.) według załączonego wykazu publikacji.

Kolejną grupą narzędzi badawczych wykorzystywanych przeze mnie w ITWL jest aparatura testująca parametry zabudowanych urządzeń oraz oprogramowanie zarządzające ich pracą. Są to m.in. generator obrazów kontrolnych PM5415/ PM5418 (umożliwiający wygenerowanie testowych obrazów na monitorze SMD-54), tester oprogramowania wskaźnika przeziernego SHUD (i pulpitu sterowania UFCP) oraz tester oprogramowania monitora SMD-54. Do testowania szyny MIL-1553B integrującej w systemie „otwartym” m.in. systemy radionawigacyjne, łączności, uzbrojenia i rejestracji danych jest wykorzystywana karta symulatora i testera szyny MIL-1553B typu BU-65570I1-300. Karta ta umożliwia jednoczesną emulację tzw. kontrolera szyny, 31 terminali oddalonych oraz monitora szyny. Dodatkowo może ona być wykorzystana w procesie testowania protokołów kontrolnych z uwagi na posiadaną funkcję wprowadzania błędów w transmisji danych.

Walidacja badawczego stanowiska integracyjnego awioniki statku powietrznego (w zakresie integrowania urządzeń awionicznych) oraz jego badania w zakresie możliwości optymalizacji zintegrowanego systemu awionicznego (wykonane przez testową grupę użytkowników statków powietrznych) potwierdziła możliwość jego wykorzystania do opracowania metodyk optymalizacji w zakresie zintegrowanego systemu awionicznego dla samolotu bojowego typu *MiG-29* i *Su-22*. Na bazie wyników pracy, otrzymanych w zakresie optymalizacji architektury i organizacji zintegrowanego systemu awionicznego ZSA oraz warunków jego zabudowy na innych statkach powietrznych, możliwe było przygotowanie wytycznych do opracowania metodyk integracji i badań przyrządów nawigacyjnych dla samolotów jednosilnikowych dwumiejscowych z napędem odrzutowym (np. *TS-11F*) oraz z napędem turbośmigłowym (np. *PZL-130 Orlik*).

Opracowanie zintegrowanego systemu awionicznego w standardzie Glass Cockpit dla samolotu *PZL-130 Orlik* (w ramach umowy z Instytutem Lotnictwa) oraz *TS-11F* i *Grot-II* (jako demonstratorów technologii) jest jednym z tematów prac rozwojowych realizowanych aktualnie w Zakładzie Awioniki ITWL.

W 2005 r. uczestniczyłem, jako kierownik zespołu awioniki, w badaniach kwalifikacyjnych śmigłowca *SW-4 Puszczyk* w zakresie urządzeń elektroenergetycznych, ciśnieniowych przyrządów pokładowych oraz urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji. Badania obejmowały: busolę giromagnetyczną KCS-55A, busolę magnetyczną BL-03, sztuczny horyzont 510-1B i NDN 10576-06, chyłomierz poprzeczny PH-01 oraz system sygnalizacji stanów awaryjnych „sprawny/niesprawny”. W szczególności dla tych urządzeń opracowałem programy (zawierające szczegółowe metodyki badań) oraz protokoły z badań. W 2008 r. uczestniczyłem, jako członek zespołu awioniki, w badaniach kwalifikacyjnych śmigłowca *W-3PL Głuszc* w zakresie urządzeń elektroenergetycznych, ciśnieniowych przyrządów pokładowych, systemu automatycznego sterowania lotem oraz urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji. Badania obejmowały: układ automatycznego sterowania lotem AFCS SN530 (autostabilizator ASE typ NDN 10841-01 i komputer FPC typ NDN 10842-02), busolę giromagnetyczną KCS-350, busolę magnetyczną BL-03, sztuczny horyzont 1200-1R, zakrętomierz GZ-08K, centralę giroskopową KVG-350 oraz centralę nawigacji inercyjnej INS/GPS EGI-3000 w zakresie poprawności ich zabudowy oraz dokładności ich wskazań. Dodatkowo wykonywałem sprawdzenie zgodności elektromagnetycznej śmigłowca po zabudowie nowego wyposażenia (badania naziemne i w locie) oraz sprawdzenie dokumentacji, ukończenia śmigłowca i urządzeń obsługi naziemnej, własności obsługowych oraz ergonomii kabiny śmigłowca.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako kierownik zespołu badawczego awioniki, było opracowanie metod badań wybranych systemów pokładowych w zakresie poprawności funkcjonowania w warunkach naziemnych oraz podczas lotu statku powietrznego (m.in. II.F.38., II.F.39. ÷ II.F.48.). Problematyka ta

była przeze mnie prezentowana w postaci referatów konferencyjnych (m.in. II.L.61., II.L.62.) według załączonego wykazu publikacji.

W latach 2008-2010 brałem udział, jako wykonawca, w realizacji projektu badawczego nr O R00 003105 pt.: „*Opracowanie technologii programowania baz danych urządzeń ostrzegających o opromieniowaniu oraz wykorzystania urządzeń osłony pasywnej statku powietrznego na bazie Laboratorium Systemów Obrony Indywidualnej Statków Powietrznych*”, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Uczestniczyłem także, jako wykonawca, w realizacji projektu badawczego nr N N509 360234 pt.: „*Uniwersalizacja metody diagnozowania węzłów łożyskowych i elementów wirujących zespołów napędowych oparta na metodach modulacji częstotliwości FAM-C oraz FDM-A*”. W pracy tej analizowałem możliwości wykorzystania (w wersji zaadaptowanej) metod analizy widmowej (typu szybkiej transformacji Fouriera FFT i transformacji falkowej Vavelet Transform) do rozkładu przebiegów sygnałów otrzymywanych z generatorów napięć pokładowych. Wyniki tych analiz były wykorzystane do weryfikacji opracowanych metod FAM-C i FDM-A.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu badawczego, było opracowanie metod analizy widmowej zarejestrowanych przebiegów sygnałów częstotliwościowych pozyskiwanych z generatorów napięć pokładowych (m.in. II.F.21., II.F.27., II.F.28.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci artykułów w czasopismach (m.in. II.E.44., II.E.48.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.41., II.L.52., II.L.71., II.L.72.) według załączonego wykazu publikacji.

W latach 2008-2011 uczestniczyłem w pracach zespołu konstrukcyjno-badawczego opracowującego system wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 Cyklop dla śmigłowców Mi-17 (we współpracy z Przemysłowym Centrum Optyki oraz Wojskowymi Zakładami Lotniczymi WZL-1 S.A.). System przeznaczony jest dla I pilota (dowódcy załogi) oraz II pilota i umożliwia zobrazowanie wybranych parametrów pilotażowych, nawigacyjnych oraz kontroli pracy zespołu napędowego. Zobrazowanie parametrów lotu w warunkach dziennych jest realizowane z wykorzystaniem przeziernego wyświetlacza nahełmowego DWN-1. W warunkach nocnych, zobrazowanie parametrów lotu jest realizowane z wykorzystaniem gogli noktowizyjnych i nocnego wyświetlacza nahełmowego NWN-1. System umożliwia generowanie sygnałów ostrzegania WARN o sytuacji niebezpiecznej na pokładzie śmigłowca oraz generowanie sygnałów FAIL informujących pilota o niesprawności jego wybranych systemów pokładowych.

Zaproponowany przez ITWL nahełmowy system wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 wspomaga proces testowania nowych urządzeń i może stanowić bazę do dalszego ich rozwoju w ramach przemysłu krajowego, w tym wyposażenia w ten system modernizowanych śmigłowców wojskowych (np. dla PKW Afganistan).

Informacja źródłowa z pokładowych systemów śmigłowca przekazywana jest do układu dopasowania sygnałów UDS-1. W układzie tym następuje przekształcanie i standaryzacja sygnałów analogowych i binarnych oraz realizacja funkcji logicznych związanych z generowaniem sygnałów WARN i FAIL. Przetworzone sygnały przekazywane są do komputerów graficznych KG-1. Komputer graficzny jest głównym elementem systemu realizującym algorytmy selekcji i transformacji danych oraz generującym sygnały zobrazowania informacji do przeziernego wyświetlacza nahełmowego. Współpracuje również z pokładowym odbiornikiem nawigacji satelitarnej GPS i pokładowym systemem danych aerodynamicznych ADU z wykorzystaniem szyny danych w standardzie ARINC-429. System SWPL-1 umożliwia niezależne sterowanie i zobrazowanie informacji przekazywanej dla

dowódcy załogi i II pilota. Piloci mają możliwość niezależnego wyboru trybu pracy i związanej z tym odpowiedniej planszy zobrazowania w zależności od aktualnej potrzeby i realizowanego zadania. Sterowanie pracą systemu możliwe jest przy wykorzystaniu pulpitu sterujących oraz elementów komutacji zabudowanych na organach sterowania.

Jednym z głównych problemów badawczych, który podjąłem w tej pracy, była ocena wiarygodności informacji pozyskiwanej z dotychczas eksploatowanych na pokładzie śmigłowca nadajników parametrów pilotażowo-nawigacyjnych, w tym sztucznego horyzontu AGB-3K. Wiązała się ona z analizą ich błędów, występujących zarówno w warunkach statycznych jak i dynamicznych, podczas zmiennych parametrów lotu (czyli w tzw. stanach manewrowych). Badania te obejmowały m.in. ocenę jakości przebiegów napięć międzyfazowych, otrzymywanych z nadajnika położenia kąowego sztucznego horyzontu AGB-3K.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako członek zespołu badawczego, było opracowanie metod oceny poprawności sterowania zobrazowaniem i oceny wiarygodności informacji w najełmowych systemach prezentacji danych (m.in. II.F.14. ÷ II.F.20., II.F.35. ÷ II.F.37.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci publikacji książkowych (m.in. II.E.8.), artykułów w czasopismach (m.in. II.E.23. ÷ II.E.25., II.E.27. ÷ II.E.31.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.19., II.L.34., II.L.37., II.L.48., II.L.53., II.L.54.) według załączonego wykazu publikacji.

Idea wykorzystania sygnałów analogowych z poszczególnych obwodów nadajnika sztucznego horyzontu AGB-3K i przekształcenia ich do postaci cyfrowej bazuje na wykorzystaniu zależności matematycznej, umożliwiającej określenie kąta pochylenia na podstawie znajomości wartości napięć międzyfazowych na wyjściu nadajnika położenia kąowego. Analiza różnic napięcia międzyfazowego w wybranej fazie nadajnika położenia kąowego występujących przy różnych kierunkach zmiany kąta pochylenia pozwoliła określić tzw. histerezę charakterystyki. Natomiast odchylenie rzeczywistych napięć międzyfazowych od idealnego przebiegu harmonicznego pozwoliło na określenie tzw. błędu nieharmoniczności. W stanach dynamicznych występowały dodatkowo błędy wywołwane opóźnieniami wskazań w części analogowej.

Jednym ze szczegółowych problemów badawczych było określenie i weryfikacja transmitancji toru pomiarowego, która pozwoliła na wykorzystanie jej do optymalizacji parametrów toru pomiarowego w części związanej z najełmowym zobrazowaniem. Optymalizacja polegała na wyznaczeniu optymalnej struktury i parametrów modułu korekcji dynamiki w celu uzyskania zgodności właściwości dynamicznych klasycznego toru pomiarowego kąta pochylenia oraz toru pomiarowego związanego z przeziernym wyświetlaczem najełmowym. Modele symulacyjne torów pomiarowych były również pomocne w celu określenia wymaganej rozdzielczości przetwarzania (kwantyzacji) wartości sygnałów analogowych oraz wymaganej częstotliwości próbkowania i odświeżania zobrazowanej informacji pilotażowo-nawigacyjnej, tak aby zobrazowanie było jak najbardziej odpowiednie dla pilota. Na podstawie tych analiz opracowane zostały algorytmy oprogramowania zawierające procedury korekcji dynamiki toru pomiarowego, których zadaniem jest zapewnienie zgodności właściwości dynamicznych wymienionych torów pomiarowych.

W 2009 r., w ramach zespołu konstrukcyjno-badawczego, otrzymałem Nagrodę PREZYDENTA RP na XVII Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego MSPO'2009 w Kielcach w dniu 03.09.2009 r. za opracowanie Systemu Wyświetlania Parametrów Lotu SWPL-1 Cyklop jako produktu najlepiej służącemu podniesieniu bezpieczeństwa żołnierzy Sił Zbrojnych RP.

W latach 2009-2012 kierowałem, jako kierownik projektu, realizacją projektu badawczego nr O R00 0063 09 pt.: „System nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszc”, finansowanego przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (2009-2011) oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (2011-2012). W ramach tego projektu został opracowany i zbudowany demonstrator technologii, który realizuje funkcje nahałmowego procesu celowania i sterowania pracą pokładowych środków bojowych oraz współpracą z głowicą obserwacyjno-celowniczą Toplite. W jego skład wchodzi nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion oraz elementy zintegrowanego systemu awionicznego ZSA (zabudowanego na pokładzie śmigłowca W-3PL Głuszc). W zakresie sterowania systemem uzbrojenia zbudowany demonstrator technologii systemu SNSU obejmuje adaptowane ruchome stanowisko strzeleckie (z 12,7 mm karabinem WKM-B) oraz stanowisko do symulacji wybranych parametrów funkcjonalnych głowicy obserwacyjno-celowniczej Toplite (symulator głowicy SGT-1). Podstawą montażową demonstratora technologii jest makieta kabiny śmigłowca W-3PL Głuszc (wykonana przez WSK „PZL-Świdnik”), na której zabudowane zostały wybrane elementy zintegrowanego systemu awionicznego ZSA, niezbędne do uruchomienia systemu nahałmowego i sprawdzenia jego współdziałania ze zintegrowanym systemem awionicznym (opracowanym przez ITWL) oraz adaptowane na potrzeby projektu stanowisko ruchome z karabinem WKM-B (wykonane przez ZM „Tarnów”).

Przy pomocy zbudowanego nahałmowego systemu celowniczego NSC-1 Orion można sterować położeniem stanowiska ruchomego w taki sposób, że ruch głowy pilota (operatora obsługującego stanowisko ruchome) w zakresie kąta azymutu i elewacji osi celowania sztywno związanej z hełmem będzie powodował odpowiedni ruch osi celowania lufy stanowiska ruchomego. Dla zapewnienia swego działania system ten jest sprzężony z komputerem misji KM-1 (zabudowanym na śmigłowcu W-3PL Głuszc) oraz wymaga nahałmowego układu określania położenia kąтового hełmu i nahałmowego układu zobrazowania danych procesu celowania (w tym tzw. krzyża celowniczego umożliwiającego powstanie osi celowania dla oka pilota).

Jednym z podstawowych problemów badawczych, występujących przy budowie systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem dla polskich statków powietrznych, jest kwestia sposobu zobrazowania danych nawigacyjno-celowniczych.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako kierownik zespołu badawczego, było opracowanie metod oceny poprawności sterowania zobrazowaniem parametrów pilotażowo-nawigacyjnych i celowniczych w nahałmowych systemach celowniczych (m.in. II.F.15. ÷ II.F.20., II.F.53., II.F.54., II.F.58.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci publikacji książkowych (m.in. II.E.8.), artykułów w czasopismach (m.in. II.E.23. ÷ II.E.25., II.E.27. ÷ II.E.31.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.19., II.L.34., II.L.35., II.L.39., II.L.40., II.L.42., II.L.44, II.L.45., II.L.48., II.L.53.) według załączonego wykazu publikacji.

Stosowanym w rozwiązaniach zachodnich sposobem na ułatwienie procesu celowania i zwiększenie świadomości sytuacyjnej pilota jest zapewnienie mu informacji w postaci symbolicznej i obrazowej poprzez wprowadzenie w jego obszar widzenia wirtualnego obrazu, który pilot (operator systemu celowniczego) może obserwować bez względu na kierunek wzroku. Cel ten osiąga się używając wyświetlacza zamontowanego na hełmie pilota, zazwyczaj w połączeniu z ciągłym pomiarem jego położenia kąowego. Typowy wyświetlacz nahałmowy składa się z jednego lub pary miniaturowych wyświetlaczy i układu optycznego zawierającego zwierciadło półprzepuszczalne. Otrzymany w ten sposób obraz nakładany jest na widok otoczenia obserwowanego przez pilota z kabiny statku powietrznego.

Głównym celem wprowadzenia celowników nahałmowych na pokłady wojskowych statków powietrznych jest zwiększenie efektywności systemów kierowania bronią. Początkowo przedstawiały one tylko informację celowniczą (np. systemy dla samolotu *MiG-29*), następne generacje zaczęły wprowadzać informację pilotażową (m.in. sztuczny horyzont, prędkość, wysokość, itp.) oraz nawigacyjną (kurs rzeczywisty, nakazany, itp.). Obecnie służą one do kompleksowego zobrazowania informacji pilotażowych, nawigacyjnych i celowniczych (np. systemy nahałmowe samolotu *F-16* i *F-35*). Zastosowanie celowników nahałmowych zwiększa też efektywność wykonania zadania i poprawia bezpieczeństwo lotu. Naniesienie wskazań pilotażowych i nawigacyjno-celowniczych na widziany, realny obraz otoczenia, przy wykorzystaniu celownika nahałmowego daje następujące korzyści: pozwala uniknąć konieczności przenoszenia wzroku przez pilota z obrazu otoczenia na tablice przyrządów, co wymaga akomodacji wzroku przez okres kilku dziesiątych sekundy, zmniejsza deficyt czasu pilota podczas trudnych faz lotu (manewrów, lotów na małej wysokości, walki powietrznej) oraz zwiększa zaufanie pilota do informacji przyrządowej (integracja człowiek-maszyna).

Kolejnym problemem badawczym, występującym przy budowie systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem dla śmigłowca *W-3PL Głuszc*, jest kwestia sposobu wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota (zależna od gabarytów kabiny) oraz ocena stosowanych metod w zakresie dokładności wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota i wybór najbardziej korzystnej w stosunku do posiadanych w kraju możliwości technologicznych.

Aspektem naukowym tych prac, w których uczestniczyłem jako kierownik zespołu badawczego, było opracowanie metod wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota (z zadaną dokładnością) w nahałmowym systemie celowniczym śmigłowca *W-3PL Głuszc* (m.in. II.F.14., II.F.53. ÷ II.F.58.). Problematyka ta była przeze mnie prezentowana w postaci publikacji książkowych (m.in. II.E.9.), artykułów w czasopismach (m.in. II.E.22., II.E.26., II.E.32.) oraz referatów konferencyjnych (m.in. II.L.20., II.L.41., II.L.46., II.L.47., II.L.49., II.L.55.) według załączonego wykazu publikacji.

Zbudowany nahałmowy system celowniczy NSC-1 Orion, jako demonstrator technologii dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem SNSU śmigłowca *W-3PL Głuszc*, obejmuje trzy podstawowe sposoby wyznaczania położenia kąтового hełmu pilota (w zakresie azymutu i elewacji), zastosowane do sterowania stanowiskiem ruchomym: metodę magnetyczną (wykorzystującą pole magnetyczne generowane w kabinie śmigłowca), metodę elektrooptyczną (wykorzystującą elementy optoelektroniczne) oraz metodę hybrydową (wykorzystującą dodatkowo sygnały z przyspieszeniomierzy). Testowane są także inne metody wyznaczania położenia kąтового hełmu m.in. metoda inercjalna (wykorzystująca prędkości kątowe hełmu), metoda magnetyczno-inercjalna (wykorzystująca ziemskie pole magnetyczne i pole siły ciężkości) oraz metoda magnetyczna wykorzystująca wyznaczanie kwaternionu położenia kąтового hełmu.

W 2012 r., w ramach zespołu konstrukcyjno-badawczego, otrzymałem prestiżową Nagrodę DEFENDER na XX Międzynarodowym Salonie Przemysłu Obronnego MSPO'2012 w Kielcach w dniu 06.09.2012 r. za opracowanie Nahałmowego Systemu Celowniczego NSC-1 Orion jako wyróżniające się rozwiązanie techniczne sprzętu dla obronności i bezpieczeństwa państwa.

Wykaz oraz prezentacja współpracy naukowej i działalności popularyzatorskiej habilitanta zostały przedstawione w Załączniku nr 4.

Wykaz oraz prezentacja tematów konstrukcyjno-technologicznych i wdrożeniowych habilitanta zostały przedstawione w Załączniku nr 5.

5.2. Udział i kierownictwo habilitanta w projektach badawczych

Kierowanie realizacją lub wykonywanie prac naukowo-badawczych w zakresie projektów badawczych lub zadań w ramach działalności statutowej:

- a) **projekt rozwojowy nr O R00 0063 09** pt.: „System najełmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszc”, umowa MNiSW/NCBiR, 2009-2012 (**kierownik projektu**);
- b) **projekt rozwojowy nr O R00 0031 05** pt.: „Opracowanie technologii programowania baz danych urządzeń ostrzegających o opromieniowaniu oraz wykorzystania urządzeń osłony pasywnej statku powietrznego na bazie laboratorium systemów obrony indywidualnej statków powietrznych”, umowa MNiSW, 2008-2010 (**wykonawca**);
- c) **projekt własny nr N N509 360234** pt.: „Uniwersalizacja metody diagnozowania węzłów łożyskowych i elementów wirujących zespołów napędowych oparta na metodach modulacji częstotliwości FAM-C oraz FDM-A”, umowa MNiSW, 2008-2010 (**wykonawca**);
- d) **projekt rozwojowy nr O R00 0066/3** pt.: „Opracowanie technologii i stanowiska do optymalizacji zintegrowanego systemu awionicznego na pokłady statków powietrznych”, umowa KBN, 2007-2009 (**główny wykonawca**);
- e) **projekt własny nr 0T00A 006 17** pt.: „Analiza przyczyn zaburzeń prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych”, umowa KBN, 1999-2000 (**główny wykonawca**);
- f) **projekt rozwojowy nr 0 T00A 0170 14** pt.: „Opracowanie układu i metody badań ruchu wolnoobrotowego o prędkości kątowej rzędu obrotu Ziemi”, umowa KBN, 1998-1999 (**wykonawca**);
- g) **zadanie naukowe w ramach działalności statutowej ITWL** pt.: „Stanowisko badawcze dla systemów awionicznych zintegrowanych na bazie cyfrowych szyn danych”, 2004 (**główny wykonawca**).

Dodatkowo uczestniczyłem w następujących pracach badawczo-rozwojowych realizowanych w ramach działalności służbowej:

- a) **umowa nr DZSZ/123/V-31/UZ/PRZ/PPO/NEG/D/2010/792** pt.: „Wykonanie i dostawa systemu zobrazowania parametrów lotu dla śmigłowców Mi-17”, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Etap pierwszy naukowo-badawczy, 2010-2011 (**wykonawca**);
- b) **umowa nr U/006/2004** pt.: „Integracja elektroniczna podsystemów na modernizowanym śmigłowcu W-3WA zgodnie z projektem koncepcyjnym modernizacji śmigłowca W-3PL w zakresie awioniki i uzbrojenia”, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, 2004-2007 (**wykonawca**);
- c) **zadanie naukowe w ramach działalności statutowej ITWL** pt.: „Próby cechowania aparatury do wykrywania drgań skrętnych na stanowisku wychyłowym (wahadle torsyjnym) SWT-1”, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, praca dla Instytutu Geofizyki PAN, 2000 (**główny wykonawca**).

Prezentacja prac badawczych habilitanta została przedstawiona w Załącznikach nr 3, 4 i 5.

5.3. Uczestnictwo habilitanta w publikacjach naukowych

Podstawowe publikacje habilitanta obejmują monografie, rozdziały w książkach i zbiorach pokonferencyjnych oraz artykuły publikowane w czasopiśmie międzynarodowych (anglojęzycznych) i krajowych (polskojęzycznych).

Monografie

Szelmanowski A.: *Nahelkowy system celowniczy NSC-1 Orion dla śmigłowców wojskowych ze zintegrowanym systemem awionicznym*. Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Warszawa 2013, Monografia habilitacyjna, ISBN 978-83-61021-76-6.

Szelmanowski A.: *Analiza przyczyn zaburzeń prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych*. Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, 2000 r. Rozprawa doktorska.

Rozdziały w książkach

Praca zbiorowa pod redakcją Jerzego Lewitowicza, Leszka Cwojdzńskiego, Mirosława Kowalskiego i Ryszarda Szczepanika: *Problemy badań i eksploatacji techniki lotniczej*, Tom 8, str. 385-402, Wydawnictwo Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych, Warszawa 2002, ISBN 978-83-61021-60-5. Autor rozdziału: *Wybrane problemy eksploatacji oraz metody badań systemów orientacji przestrzennej i nawigacji inercyjnej*.

Praca zbiorowa pod redakcją Jana Gruszeckiego: *Wybrane zagadnienia Awioniki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2011, ISBN 978-83-7199-652-8. Współautor rozdziału: *Możliwości zastosowania systemu nahelkowej prezentacji danych w modernizacji śmigłowców wojskowych*.

Praca zbiorowa pod redakcją Jana Gruszeckiego: *Wybrane zagadnienia Awioniki*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2011, ISBN 978-83-7199-652-8. Współautor rozdziału: *Wykorzystanie nahelkowego systemu prezentacji danych do sterowania uzbrojeniem śmigłowców wojskowych*.

Rozdziały w książkach jako zbiorach pokonferencyjnych

Szelmanowski A., Borgoń J., Michalak S.: *The problems of examining avionics systems on aircraft with service life extended* (edited by E.J. Bonano and A.L. Camp), PSAM'6 Proceedings of the 6th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, 23-28 June 2002, Published 2002, San Juan, Puerto Rico, USA, ISBN 0-08-044122-X, Vol. 2 pp. 1209-1212.

Szelmanowski A., Borgoń J., Mercik M., Michalak S.: *How to assess the effects of autopilot's failures upon flight safety* (edited by S. Kondo and K. Furuta), PSAM'5 Proceedings of the 5th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, 27-18 November - 01 December 2000, Published 2000, Osaka, Japonia, ISBN 4-946443-64-9, Vol. 2 pp. 1373-1379.

Wykaz oraz prezentacja publikacji książkowych habilitanta z wybranymi najważniejszymi rozdziałami w książkach zostały przedstawione w Załącznikach nr 3 i 4.

Artykuły publikowane w czasopiśmie międzynarodowych (anglojęzycznych)

Swój dorobek naukowy przedstawiłem w 16 artykułach naukowych i naukowo-technicznych w czasopiśmie międzynarodowych (5 przed doktoratem i 11 po doktoracie), zgodnie z wykazem publikacji załączonym w Załączniku nr 3.

Do najważniejszych należą:

Szelmanowski A.: *Methods of diagnose the inertial navigation systems through analysis of Schuler errors*, Polish Maritime Research, 2013 (przyjęte do publikacji).

Szelmanowski A., Michalak S.: *Methods of checking the correctness of information processing in the navigation systems integrated along the digital databus MIL-1553B*, Polish Maritime Research, 2013 (przyjęte do publikacji).

Szelmanowski A., Michalak S.: *The method of testing of the attitude reference systems with optoelectronic sensors*, The International Society for Optical Engineering, Proceedings of SPIE, vol. 5124, pp. 178-185, 2003.

Szelmanowski A., Michalak S.: *The coning-excitation/motion-based method as used to test the attitude reference systems*, 5th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety, Dalian, Chiny, Proceedings of IRMCS, ISBN-962-452-015-1, vol. 2., pp. 907-914, 28-31.08.2001.

Szelmanowski A., Borgoń J., Michalak S.: *After-the-crash diagnosing of aircraft's avionics systems*, 5th International Conference on Reliability, Maintainability and Safety, Dalian, Chiny, Proceedings of IRMCS, ISBN-962-452-014-3, vol. 1., pp. 395-400, 28-31.08.2001.

Szelmanowski A., Pazur A., Michalak S.: *Diagnostic tools for electronic integrated communication systems in air transportation systems*, Journal of KONBiN, ISSN 1895-8281, No. 2, 3 (14,15) 2010, pp. 141-150, 2010.

Szelmanowski A. Michalak S. Cieślik A.: *Research and measuring capabilities of the system-integration laboratory equipment to optimise integrated avionics systems*, Journal of KONES, ISSN 1231-4005, Vol. 16, No. 2, pp. 323-328, 2009.

Szelmanowski A., Michalak S., Cieślik A.: *Methods of checking the reliability of software applications in the avionics systems integrated along the digital databus MIL-1553B*, Journal of KONBiN, ISSN 1895-8281, No 2 (5) 2008, pp. 85-93, 2008.

Szelmanowski A., Michalak S., Sajda K.: *Testing of the attitude reference systems at the excited coning motion*, Proceedings of the IX International Scientific and Teoretical Conference on Marine Traffic Engineering, Szczecin, str. 237-247, 2001.

Szelmanowski A., Jaroszewicz L.R.: *Usefulness of the fiber-optic Sagnac interferometer for stability analysis of slow-speed rotation test stands*, The International Society for Optical Engineering, Proceedings of SPIE, vol. 3745, pp. 324-330, 1999.

Szelmanowski A., Jaroszewicz L.R.: *Analysis of the reasons of angular velocity oscillations in a single-stage slow-speed platform*, Journal of Technical Physics, vol. 39, pp. 261-274, 1998.

Szelmanowski A., Jaroszewicz L.R.: *Stability analysis of two-stage backward slow-speed platform*, Machine Dynamics Problems, vol. 22, pp. 115-136, 1998.

Wykaz i prezentacja artykułów anglojęzycznych habilitanta z wybranymi najważniejszymi publikacjami zostały przedstawione w Załącznikach nr 3 i 4.

Artykuły publikowane w czasopismach krajowych (polskojęzycznych)

Swój dorobek naukowy przedstawiłem w 36 artykułach naukowych i naukowo-technicznych w czasopismach polskich (4 przed doktoratem i 32 po doktoracie), zgodnie z wykazem publikacji załączonym w Załączniku nr 3.

Do najważniejszych należą:

Szelmanowski A., Pazur A., Borowski J., Michalak S., Cwojdziański L.: *Systemy antykolizyjne na statkach powietrznych*, Prace Naukowe ITWL, Zeszyt nr 32, str. 21-30, Warszawa, 2013.

Szelmanowski A., Borowski J., Milewski W.: *Problemy optymalizacji błędów czujników danych inercjalnych w systemach obrazowania nahałmowego stosowanych w środkach transportu lotniczego*, czasopismo techniczne „LOGISTYKA” nr 3/2012, 2012.

Szelmanowski A., Pazur A., Kowalczyk H.: *Analiza istniejących rozwiązań systemów nahałmowego obrazowania i sterowania dla optymalizacji sposobu użycia nahałmowego systemu celowniczego*, czasopismo techniczne „LOGISTYKA” nr 6/2011, 2011.

Szelmanowski A., Cieślik A., Milewski W.: *Przegląd rodzajów integracji i standardów transmisji danych stosowanych w nahałmowych systemach celowniczych*, czasopismo techniczne „LOGISTYKA” nr 6/2011, 2011.

Szelmanowski A., Milewski W., Cieślik A.: *Możliwości komputerowego wspomaganie systemu nahałmowej prezentacji danych w zakresie sterowania położeniem kątowym głowicy obserwacyjno-celowniczej*, czasopismo techniczne „LOGISTYKA” nr 6/2011, 2011.

Szelmanowski A., Borowski J., Cieślik A.: *Przegląd metod komputerowego wyznaczania orientacji przestrzennej hełmu pilota w systemach nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowców wojskowych*, czasopismo techniczne „LOGISTYKA” nr 6/2011, 2011.

Szelmanowski A., Michalak S., Sajda K., Wudel G.: *Możliwości testowania poprawności przetwarzania informacji w systemach awionicznych zintegrowanych na bazie szyny MIL-1553B*, Journal of Aeronautics Integra, ISSN 1896-8856, nr 1/2008 (3), str. 73-78, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2008.

Szelmanowski A., Michalak S., Cieślik A.: *Metody testowania niezawodności aplikacji oprogramowania w systemach awionicznych zintegrowanych na bazie cyfrowej szyny danych MIL-1553B*, Journal of KONBiN No 2(5), 2008, Safety and Reliability Systems, str. 94-100.

Szelmanowski A., Michalak S., Cieślik A.: *Możliwości optymalizacji błędów czujników danych inercjalnych stosowanych w zintegrowanych systemach awionicznych*, miesięcznik „ELEKTRONIKA” nr 6/2008, str. 227-229.

Szelmanowski A., Michalak S., Sajda K., Gierałt J.: *Możliwości diagnozowania systemu automatycznego sterowania lotem SAU-22 na podstawie parametrów lotu*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, Mechanika z. 71, Awionika, str. 243-250, Rzeszów, 2007.

Szelmanowski A., Michalak S., Paliwoda K.: *Problemy starzenia się systemów awionicznych na samolotach o przedłużonym resursie*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej nr 213, str. 358-366, Rzeszów, 2004.

Szelmanowski A., Michalak S., Paliwoda K.: *Wykorzystanie transformaty Fouriera w analizie dewiacji magnetycznej systemu kursowego statku powietrznego*, Świnoujście, Zeszyty Naukowe nr 70 Wyższej Szkoły Morskiej w Szczecinie, str. 241-250, 2003.

Wykaz i prezentacja artykułów polskojęzycznych habilitanta z wybranymi najważniejszymi publikacjami zostały przedstawione w Załącznikach nr 3 i 4.

5.4. Uczestnictwo habilitanta w konferencjach naukowych

Referaty prezentowane na konferencjach międzynarodowych

Swój dorobek naukowy przedstawiłem w 17 referatach na międzynarodowych konferencjach naukowych (5 przed doktoratem i 12 po doktoracie), zgodnie z wykazem publikacji załączonym w Załączniku nr 3.

Do najważniejszych należą:

Szelmanowski A., Borowski J., Milewski W.: *Application of the helmet-mounted data display system to control armament systems of military helicopters*, Avionics and Defence Electronics Europe. SES & Next Gen Technology – Challenges and Solutions, Monachium, Zgłoszony komunikat, Niemcy, 16-17.03.2011.

Szelmanowski A., Borowski J., Cieślik A.: *A helmet-mounted display system – an improvement in safety of air transportation systems*, Avionics and Defence Electronics Europe. SES & Next Gen Technology – Challenges and Solutions, Monachium, Zgłoszony komunikat, Niemcy, 16-17.03.2011.

Szelmanowski A., Michalak S., Cieślik A.: *Research and measuring capabilities of the system-integration laboratory equipment to optimise integrated avionics systems*, 35th International Scientific Congress On Powertrain And Transport Means „EUROPEAN KONES’2009”, Vol. 16, No. 2, str. 323-328, Warszawa – Kraków – Zakopane, 2009.

Szelmanowski A.: *The method of testing optoelectronic inertial navigation systems while in coning motion*, XIII Międzynarodowa Konferencja „Komputerowe Systemy Wspomagania Nauki, Przemysłu i Transportu TRANSCOMP’2009”, materiały konferencyjne str. 246, Zakopane, 2009.

Szelmanowski A., Michalak S., Cieślik A.: *Methods of checking the reliability of software applications in the avionics systems integrated along the digital databus MIL-1553B*, V Międzynarodowa Konferencja Bezpieczeństwa i Niezawodności „KONBiN”, 03-06.06.2008, Materiały Konferencyjne t. II, str. 85-93, Wrocław, 2008.

Szelmanowski A., Michalak S., Sajda K.: *The diagnostic of the automatic flight control system on base of analysis of flight parameters*, Materiały konferencyjne X Międzynarodowej Konferencji „Komputerowe Systemy Wspomagania Nauki, Przemysłu i Transportu TRANSCOMP 2006”, Vol. 2, str. 47-52, Zakopane, 2006.

Szelmanowski A., Borgoń J., Michalak S.: *The problems of examining avionics systems on aircraft with service life extended* (edited by E.J. Bonano and A.L. Camp), PSAM’6 Proceedings of the 6th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, 23-28 June 2002, Published 2002, San Juan, Puerto Rico, USA, ISBN 0-08-044122-X, Vol. 2 pp. 1209-1212.

Szelmanowski A., Borgoń J., Mercik M., Michalak S.: *How to asses the effects of autopilot’s failures upon flight safety* (edited by S. Kondo and K. Furuta), PSAM’5 Proceedings of the 5th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, 27-18 November - 01 December 2000, Published 2000, Osaka, Japonia, ISBN 4-946443-64-9, Vol. 2 pp. 1373-1379.

Szelmanowski A., Jaroszewicz L.R.: *Application of fiber optic gyroscope for quality research of angular rotation in slow-speed platforms*, SPIE’s International Symposium “Optical Science, Engineering, and Instrumentation”, San Diego, USA, 1998.

Referaty prezentowane na konferencjach krajowych

Swój dorobek naukowy przedstawiłem w 66 referatach na krajowych konferencjach naukowych (13 przed doktoratem i 53 po doktoracie), zgodnie z wykazem publikacji załączonym w Załączniku nr 3.

Do najważniejszych należą:

Szelmanowski A., Pazur A., Cieślik A.: *Diagnozowanie lotniczych układów orientacji przestrzennej i nawigacji inercyjnej na bazie analizy przebiegu błędów Schulera*, XL Jubileuszowe Ogólnopolskie Sympozjum "Diagnostyka Maszyn", Materiały konferencyjne (pełny referat na CD), Wiśła, 04-08.03.2013.

Szelmanowski A., Michalak S., Borowski J.: *Możliwości nahałmowej wizualizacji obrazów z głowicy obserwacyjno-celowniczej dla śmigłowców wojskowych i cywilnych*, Konferencja Naukowo-Techniczna „Rozwój Techniki, Technologii i Transportu w Lotnictwie, RTL'2012”, Materiały konferencyjne (pełny referat na CD), str. 335-344, Poznań, 17-18.09.2012.

Szelmanowski A., Michalak S., Borowski J.: *Możliwości integracji systemów nahałmowej prezentacji danych typu SWPL-1 na śmigłowcach z awioniką analogową*, Konferencja Naukowo-Techniczna „Rozwój Techniki, Technologii i Transportu w Lotnictwie, RTL'2012”, Materiały konferencyjne (pełny referat na CD), str. 325-334, Poznań, 17-18.09.2012, Poznań, 17-18.09.2012.

Szelmanowski A., Cieślik A., Milewski W.: *Rozwój zintegrowanych systemów awionicznych oraz standardów komunikacji wykorzystywanych do ich integracji*, Konferencja Naukowo-Techniczna „Rozwój Techniki, Technologii i Transportu w Lotnictwie, RTL'2012”, Materiały konferencyjne (pełny referat na CD), str. 249-260, Poznań, 17-18.09.2012.

Szelmanowski A., Borowski J., Michalak S.: *Nahałmowy system prezentacji danych – poprawa bezpieczeństwa lotniczych systemów transportowych*, VII Konferencja Naukowo-Techniczna "Logistyka, systemy transportowe, bezpieczeństwo w transporcie, LOGITRANS'2010", Materiały konferencyjne, str. 42 (pełny referat na CD), Szczyrk, 14-16.04.2010.

Szelmanowski A., Michalak S., Borowski J.: *Możliwości zastosowania systemu nahałmowej prezentacji danych w modernizacji śmigłowców wojskowych*, VI Konferencja Awioniki "AWIONIKA'2010", Bezmiechowa, Materiały konferencyjne, str. 39, 16-18.09.2010.

Szelmanowski A., Michalak S., Cieślik A.: *Komputerowe wspomaganie testowania poprawności informacji w systemach awionicznych integrowanych na szynie MIL-1553B*, VIII Szkoła-Konferencja „Metrologia wspomagana komputerowo”, Waplewo, Materiały konferencyjne, str. 108 (wersja elektroniczna referatu na CD – nr 87), 27-30.05.2008.

Szelmanowski A., Michalak S., Sajda K., Gierałt J.: *Możliwości diagnozowania systemu automatycznego sterowania lotem SAU-22 na podstawie parametrów lotu*, Materiały konferencyjne V Konferencji Awioniki „AWIONIKA'2007”, str. 243-250, Rzeszów, 2007.

Szelmanowski A., Michalak S., Paliwoda K.: *Zjawisko nieholonomiczności w systemach orientacji przestrzennej i metody jego korekcji*, Kongres Metrologii, Wrocław, str. 727-730, 06-09.09.2004.

Szelmanowski A., Michalak S.: *Metody badań lotniczych systemów orientacji przestrzennej z czujnikami optoelektronicznymi*, VII Konferencja Naukowa „Czujniki Optoelektroniczne i Elektroniczne COE'2002”, Rzeszów, tom 1., str. 233-238, 05-08.06.2002.

Wykaz i prezentacja referatów habilitanta z wybranymi najważniejszymi publikacjami w materiałach konferencyjnych zostały przedstawione w Załącznikach nr 3 i 4.

5.5. Opracowania, ekspertyzy i raporty naukowo-techniczne habilitanta

Udział w opracowaniu programów badań, metodyk i raportów naukowo-technicznych w ramach następujących prac naukowo-badawczych realizowanych dla MON:

Realizacja biuletynu eksploatacyjnego nr P/O/R/U/4819/E/2005, przedłużanie kalendarzowego i godzinowego technicznego resursu do pierwszego remontu i międzyremontowego samolotów *Su-22M4* i *Su-22UM3K*, 2005-2013, ITWL i JW - **kierownik tematu i główny wykonawca.**

Badania kwalifikacyjne śmigłowca *W-3PL Głuszc* w zakresie urządzeń ciśnieniowych przyrządów pokładowych oraz urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji, Świdnik, 2008 - **członek zespołu badań awioniki.**

Badania kwalifikacyjne śmigłowca *SW-4 Puszcz* w zakresie urządzeń elektroenergetycznych, ciśnieniowych przyrządów pokładowych i urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji, Świdnik, 2005 - **kierownik zespołu badań awioniki.**

Realizacja biuletynu eksploatacyjnego nr P/O/R/U/4413/E/2000, przedłużanie kalendarzowego i godzinowego technicznego resursu do pierwszego remontu i międzyremontowego samolotów *Su-22M4* i *Su-22UM3K*, 2001-2005, ITWL i JW - **kierownik tematu i główny wykonawca.**

Opracowanie zmodernizowanej metody wykonywania prac dewiacyjnych układów kursowych samolotów *Su-22* i *MiG-29*, biuletyn eksploatacyjny nr O/4624/E/2003, 2002, ITWL - **główny wykonawca.**

Budowa zmodernizowanych (na bazie układów komputerowych) wózków diagnostycznych AKRS-N dla systemu nawigacyjno-celowniczego samolotów *MiG-29*, 2002-2006, JW i ITWL - **wykonawca.**

Realizacja biuletynu eksploatacyjnego nr P/O/R/U/4371/E/2000, przedłużanie kalendarzowego i godzinowego resursu międzyremontowego samolotów *MiG-21 Bis*, 2000-2003, JW i ITWL - **główny wykonawca.**

Realizacja biuletynu eksploatacyjnego nr P/O/R/U/4268/E/1999, przedłużanie kalendarzowego i godzinowego resursu międzyremontowego samolotów *MiG-21 UM*, 2000-2003, JW i ITWL - **główny wykonawca.**

Badania kwalifikacyjne samolotu *I-22 Iryda* wersja *M-96* w zakresie urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji inercjalnej (z wyposażeniem awionicznym firmy Sextant Avionique), Mielec, 1997 - **członek zespołu badań awioniki.**

Badania kwalifikacyjne samolotu *An-28 Bryza* w zakresie urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji, Gdynia (Babie Doły), 1997 - **członek zespołu badań awioniki.**

Badania kwalifikacyjne śmigłowca *W-3 Procyon* w zakresie przyrządów pilotażowo-nawigacyjnych, Świdnik, 1995 - **członek zespołu badań awioniki.**

Badania kwalifikacyjne samolotu *I-22 Iryda* wersja *M-93* w zakresie urządzeń systemu orientacji przestrzennej i nawigacji inercjalnej (z wyposażeniem awionicznym firmy Sagem), Mielec, 1994 - **członek zespołu badań awioniki.**

W ramach realizacji powyższych prac opracowałem ponad 400 opracowań naukowo-technicznych (nie publikowanych z uwagi na obronność i bezpieczeństwo państwa). Wykaz wybranych z tych opracowań zawiera Załącznik nr 3.

5.6. Uczestnictwo habilitanta w działalności szkoleniowej i organizacyjnej

Poza przedstawioną powyżej działalnością naukową i publikacyjną wśród moich obowiązków wynikających z zajmowanego stanowiska adiunkta należy wymienić także następujące formy pracy szkoleniowej i organizacyjnej:

1. Prowadzenie badań analitycznych z następujących kierunków nauki i techniki:

- a) samoloty i śmigłowce wojskowe, ich wyposażenie i możliwości (systemy nawigacyjno-celownicze, systemy orientacji przestrzennej i nawigacji inercjalnej, systemy automatycznego sterowania lotem);
- b) metody oceny stanu wyczerpania zasobów pracy i analiza możliwości przedłużania kalendarzowych reśursów technicznych samolotów *MiG-21*, *Su-22*, *MiG-29* oraz śmigłowców *Mi-8*, *Mi-17*, *Mi-24* w zakresie systemu automatycznego sterowania lotem i układu kursu i pionu (m.in. przedłużony reśurs międzyremontowy dla 17 egz. *MiG-21BIS*, 20 egz. *MiG-21UM*, 116 egz. *Su-22M4* i 39 egz. *Su-22UM3K*);
- c) badania teoretyczne (przy wykorzystaniu symulacji komputerowej) współczesnych systemów orientacji przestrzennej i nawigacji inercjalnej oraz systemów automatycznego sterowania lotem (publikacje w Pracach Naukowych ITWL);
- d) identyfikacja źródeł zaburzeń prędkości kątowej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych do badań współczesnych systemów orientacji przestrzennej i nawigacji inercjalnej oraz możliwości pomiarowe stanowisk wieloosiowych;
- e) analiza możliwości wykorzystania współczesnych osiągnięć z obszaru nauk medycznych, biofizyki i bioelektroniki w lotniczych systemach antropotechnicznych typu „pilot - statek powietrzny”;
- f) badania możliwości oceny stanu psychofizycznego pilotów w tzw. lotach wysoko manewrowych (wykrywania efektu „vertigo” i zaburzeń świadomości) oraz możliwości rejestracji parametrów psychofizycznych pilota i metod ich analizy;
- g) analiza możliwości zastosowania sztucznej inteligencji w wersji słabej i silnej w zintegrowanych systemach awionicznych (referaty konferencyjne).

2. Odbyte szkolenia i kursy naukowe oraz zajęcia dodatkowe:

- a) udział w zajęciach Wojskowej Akademii Technicznej w przedmiocie „Liniowa dynamika maszyn w ujęciu komputerowym (1996) zakończony egzaminem (wynik bardzo dobry);
- b) udział w zajęciach Wojskowej Akademii Technicznej w przedmiocie „Nieliniowa mechanika maszyn” (1998) zakończony egzaminem (wynik bardzo dobry);
- c) udział w kursie auditorów wiodących systemu jakości ISO-9001 organizowanym przez BSI Business Solutions, certyfikat BSI nr PL 070500-57291/2000 (2000);
- d) udział w kursie języka angielskiego z egzaminem przed Komisją Dowództwa Wojsk Lotniczych i Obrony Powietrznej, zaliczony poziom pierwszy resortowy, świadectwo nr 629/A1/01 (2001);
- e) udział w kursie języka angielskiego z egzaminem przed Komisją Studium Języków Obcych WAT, zaliczony poziom drugi resortowy, świadectwo nr 1197 (2004);

- f) udział w kursie szkoleniowym z obsługi przyrządów do testowania awioniki na statkach powietrznych, autoryzowany dystrybutor przyrządów pomiarowych Aeroflex Incorporated Polska, ZEAP Meratronik S.A. (2012).

3. Organizacja i przeprowadzenie spotkań seminaryjnych Komitetu Sterującego w projekcie badawczym „System nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec”:

- a) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Wstępnych Wymagań Taktyczno-Technicznych dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 14.01.2010);
- b) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Projektu Koncepcyjnego dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 10.03.2010);
- c) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Realizacji Technicznej Nahałmowego Systemu Celowniczego dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 17.06.2010);
- d) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Metod i Urządzeń Zobrazowania Nahałmowego dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 12.10.2010);
- e) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Metod i Urządzeń Wyznaczania Położenia Hełmu Pilota dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 12.01.2011);
- f) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Budowy Urządzeń Nahałmowego Systemu Celowniczego dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 14.06.2011);
- g) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Sposobu Uruchamiania Nahałmowego Systemu Celowniczego dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 06.07.2011);
- h) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Integracji Nahałmowego Systemu Celowniczego z Systemem ZSA dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 02.09.2011);
- i) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Badań Laboratoryjnych Nahałmowego Systemu Celowniczego dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 29.11.2011);
- j) seminarium Komitetu Sterującego w zakresie Badań Funkcjonalnych Nahałmowego Systemu Celowniczego dla systemu nahałmowego sterowania uzbrojeniem śmigłowca W-3PL Głuszec (Sala Rady naukowej ITWL, Warszawa, 05.06.2012).

4. Organizowanie i kierowanie praktykami w Zakładzie Awioniki ITWL dla:

- a) **studentów Wydziału Mechatroniki WAT** w ramach ich pobytu w Zakładzie Awioniki ITWL m.in. zapoznanie z tematyką i działalnością poszczególnych pracowni Zakładu Awioniki, propozycje tematów do prac magisterskich w zakresie analizy budowy i metod badań współczesnych zintegrowanych systemów awionicznych oraz ich wyposażenia naziemnego (2004-2011);
- b) **studentów Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej** w ramach ich pobytu w Zakładzie Awioniki ITWL m.in. zapoznanie

z tematyką i działalnością poszczególnych pracowni Zakładu Awioniki, propozycje tematów do prac magisterskich w zakresie analizy budowy i metod badań współczesnych zintegrowanych systemów awionicznych oraz ich wyposażenia naziemnego, w tym elektroenergetycznego (2004-2013);

- c) **studentów Wydziału Mechaniczno-Energetycznego Politechniki Wrocławskiej** w ramach ich pobytu w Zakładzie Awioniki ITWL m.in. zapoznanie z tematyką i działalnością poszczególnych pracowni Zakładu Awioniki, propozycje tematów do prac magisterskich w zakresie analizy budowy i metod badań współczesnych zintegrowanych systemów awionicznych oraz ich wyposażenia naziemnego (2005);
- d) **studentów Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie** w ramach ich wizyt w Zakładzie Awioniki ITWL m.in. zapoznanie z tematyką i działalnością poszczególnych pracowni Zakładu Awioniki, propozycje tematów do prac magisterskich w zakresie analizy budowy i metod badań współczesnych zintegrowanych systemów awionicznych oraz ich wyposażenia naziemnego (2010-2012);
- e) **studentów Wydziału Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej** w ramach ich pobytu w Zakładzie Awioniki ITWL m.in. zapoznanie z tematyką i działalnością poszczególnych pracowni Zakładu Awioniki, propozycje tematów do prac magisterskich w zakresie analizy budowy i metod badań współczesnych zintegrowanych systemów awionicznych oraz ich wyposażenia naziemnego (2013).

5. Pełnienie innych funkcji służbowych:

- a) w latach 1992-2007 pełniłem funkcję członka grupy specjalistycznej dla Komisji Badania Wypadków Lotniczych MON (m.in. udział w badaniu przyczyn katastrofy samolotu *TS-11 Iskra* z dnia 11.11.1998 r.);
- b) w latach 2002-2013 pełniłem funkcję Kierownika ds. Jakości w Laboratorium Pomiarów Ciśnienia (pomiarowego i badawczego) i Laboratorium Badania Awioniki (działających przy Zakładzie Awioniki ITWL).

6. Pełnienie innych funkcji organizacyjnych i społecznych:

- a) w latach 2008-2011 pełniłem funkcję członka Rady Naukowej Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych (m.in. udział w przygotowaniu ITWL do uzyskania uprawnień do nadawania stopnia doktora habilitowanego);
- b) w latach 2000-2008 pełniłem funkcję audytora wewnętrznego w ITWL w obszarze systemu zarządzania jakością ISO-9001;
- c) w latach 2006-2013 pełniłem funkcję osoby odpowiedzialnej w Zakładzie Awioniki ITWL za wytwarzanie i obrót wyrobami o przeznaczeniu wojskowym w ramach przepisów o Koncesji i wymogów Wewnętrznego Systemu Kontroli.

5.7. Podsumowanie dorobku i osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta

Pełne zestawienie osiągnięć w pracy naukowo-badawczej i wdrożeniowej habilitanta zawiera poniższa tabela:

Lp.	Dorobek naukowy i wdrożeniowy	Po doktoracie		Razem	
		Autor	Współautor	Autor	Współautor
I.	Publikacje naukowe	8	44	10	52
1.	Książki wydane zagranicą	-	-	-	-
2.	Rozdziały w książkach zagranicznych	-	2	-	2
3.	Artykuły w czasopiśmie zagranicznych	-	3	-	6
4.	Artykuły w obcojęzycznych czasopiśmie polskich	1	7	1	9
5.	Książki wydane w Polsce	1	-	2	-
6.	Rozdziały w książkach polskich	1	2	1	2
7.	Artykuły w krajowych czasopiśmie naukowych	2	30	3	33
8.	Inne publikacje naukowe	3	-	3	-
II.	Publikacje dydaktyczne	-	-	-	-
1.	Podręczniki wydane zagranicą	-	-	-	-
2.	Podręczniki wydane w Polsce	-	-	-	-
3.	Skrypty	-	-	-	-
III.	Publikowane materiały z konferencji	2	63	2	81
1.	Zagranicznych	-	4	-	7
2.	Międzynarodowych w Polsce	1	7	1	9
3.	Krajowych	1	52	1	65
IV.	Dorobek wdrożeniowy	12	388	14	418
1.	Uzyskane patenty zagraniczne	-	-	-	-
2.	Uzyskane patenty krajowe	-	-	-	-
3.	Wdrożone rozwiązania konstrukcyjne, technologiczne, itp.	-	19	-	29
4.	Ekspertyzy, raporty z badań, opracowania niewdrożone	12	340	12	350
5.	Inne udokumentowane zastosowania w praktyce	-	8	-	12
6.	Opracowania, projekty niepublikowane	-	21	2	27
V.	Inne publikowane prace (opinie, popularyzacja, itp.)	-	1	-	5

5.8. Międzynarodowe i krajowe nagrody i wyróżnienia habilitanta

1. **Wyróżnienia zespołowe – za opracowania naukowo-techniczne w ramach zespołu konstrukcyjno-badawczego, zostałem wyróżniony m.in.:**
 - a) **Nagrodą PREZYDENTA RP** za „*System wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 Cyklop*” jako produktu najlepiej służącemu podniesieniu bezpieczeństwa żołnierzy Sił Zbrojnych RP (XVII Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego, Kielce, 2009);
 - b) **Nagrodą GRAND PRIX i DEFENDER** za „*Zintegrowany system awioniczny ZSA dla śmigłowca wielozadaniowego W-3PL Głuszc*” jako wyróżniające się rozwiązanie techniczne sprzętu dla obronności i bezpieczeństwa państwa (XV Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego, Kielce, 2007);
 - c) **Nagrodą DEFENDER** za „*Nahetmowy system celowniczy NSC-1 Orion*” jako wyróżniające się rozwiązanie techniczne sprzętu dla obronności i bezpieczeństwa państwa (XX Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego, Kielce, 2012);
 - d) **Ogólnopolskim „LAUREM INNOWACYJNOŚCI”** za opracowany i zbudowany „*System wyświetlania parametrów lotu SWPL-1 Cyklop*” (Warszawa, 2012);
 - e) **Honorowym Wyróżnieniem „BŁĘKITNE SKRZYDŁA”** dla zespołu konstrukcyjno-badawczego zbudowanego śmigłowca *W-3PL Głuszc* (Krajowa Rada Lotnictwa, „Skrzydłata Polska”, 2009).

2. **Wyróżnienia indywidualne – za działalność naukową zostałem wyróżniony m.in.:**
 - a) **Dyplomem Wyróżnienie za wyróżniającą rozprawę doktorską „Analiza przyczyn zaburzeń prędkości kątovej wytwarzanej w stanowiskach wolnoobrotowych”** (Uchwała Rady Naukowej ITWL, 2000).

3. **Wyróżnienia indywidualne – za działalność służbową, konstrukcyjno-badawczą i naukową zostałem wyróżniony m.in.:**
 - a) **Brązowym Krzyżem Zasługi** (Prezydent RP, 2003);
 - b) **Złotym Medalem „Siły Zbrojne w Służbie Ojczyzny”** (Minister MON, 2013);
 - c) **Złotym Medalem „Za Zasługi dla Obronności Kraju”** (Minister MON, 2011);
 - d) **Srebrnym Medalem „Siły Zbrojne w Służbie Ojczyzny”** (Minister MON, 2005);
 - e) **Srebrnym Medalem „Za Zasługi dla Obronności Kraju”** (Minister MON, 2004);
 - f) **Brązowym Medalem „Siły Zbrojne w Służbie Ojczyzny”** (Minister MON, 1999);
 - g) **Brązowym Medalem „Za Zasługi dla Obronności Kraju”** (Minister MON, 1994).



.....
(podpis habilitanta)

