

Warszawa, 26.07.2025

dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. PW
Politechnika Warszawska
Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
DLA RADY DYSCYPLINY NAUKOWEJ „AUTOMATYKA, ELEKTRONIKA, ELEKTROTECHNIKA I TECHNOLOGIE
KOSMICZNE” WOJSKOWEJ AKADEMII TECHNICZNEJ**

Tytuł rozprawy: Konstrukcja, synteza i badania autopilota ppk typu SALH z funkcją TOP ATTACK

Autor rozprawy: mgr inż. Damian Gołoś

- 1. Jakie zagadnienie naukowe jest rozpatrzone w pracy /teza pracy/ i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora? Jaki charakter ma rozprawa (teoretyczny, doświadczalny, inny)?**

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Damiana Gołosa, zrealizowana pod opieką promotorską dr. hab. inż. Krzysztofa Kopczyńskiego, profesora WAT, z dr. inż. Konradem Siennickim jako promotorem pomocniczym, dotyczy zagadnień zwiększania skuteczności przeciwpancernych pocisków kierowanych (ppk), poprzez udoskonalanie algorytmów naprowadzania na cel implementowanych w autopilocie pocisku naprowadzanego laserowo, tak aby zapewnić możliwość skutecznego ataku z górnej półsfery (tzw. top attack). Zagadnienia poruszane w rozprawie mają istotny wymiar praktyczny, w oczywisty sposób kontrybuując do rozwijania uzbrojenia kluczowego w sytuacji nieprzerwanej agresji Rosji na Ukrainie.

Główną tezę postawioną w rozprawie jest, że zmniejszenie kąta pochylenia trajektorii lotu w momencie uderzenia w cel możliwe jest przez opracowanie i implementację oprogramowania autopilota realizującego nowy algorytm kierowania wirującego przeciwpancernego pocisku kierowanego typu SALH (ang. Semi-Active Laser Homing).

Wydaje się wprawdzie, że tak sformułowana teza nosi pewne znamiona oczywistości, ale na szczęście Autor uzupełnia tezę opisem celu pracy, z którego jednoznacznie wynika zadanie badawcze, z którym się mierzy.

Zdefiniowanym przez Autora celem rozprawy jest opracowanie nowego algorytmu kierowania pociskiem, zwiększającego zdolność do uderzenia w cel z górnej półsfery, co wymaga opracowania modelu numerycznego ppk, pozwalającego na symulację lotu w zadanych warunkach oraz przygotowanie nowego oprogramowania autopilota, pozwalającego na implementację opracowanego algorytmu.

Na całość rozprawy składa się 11 rozdziałów, zawierających wprowadzenie teoretyczne i przegląd światowych rozwiązań pocisków przeciwpancernych kierowanych, projekt demonstratora systemu ppk, modele oraz symulacje numeryczne, nowy algorytm kierowania pociskiem oraz badania laboratoryjne i poligonowe pocisku z nowym autopilotem. Taka konstrukcja pokazuje kompletny charakter rozprawy – od koncepcji, przez prace teoretyczne, konstrukcyjne, badania laboratoryjne, aż do eksperymentów poligonowych walidujących opracowane rozwiązanie.

Praca ma charakter konstrukcyjno-doświadczalny – jej istotą było opracowanie demonstratora przeciwpancernego pocisku kierowanego, rozwijanego w ramach współpracy spółek MESKO S.A., CRW Telesystem-Mesko sp. z o.o. oraz ukraińskiego biura konstrukcyjnego „Luch” Design Bureau.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono analizę źródeł (w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle) w sposób właściwy, świadczący o dostatecznej wiedzy autora? Czy wnioski z przeglądu źródeł sformułowano w sposób jasny i przekonujący?

Specyficzna materia rozprawy doktorskiej, dotyczącej zaawansowanych systemów uzbrojenia, sprawia, że dostęp do danych literaturowych jest obciążony oczywistymi ograniczeniami.

Analizę state-of-the-art zawiera rozdział 2 pt. „Przegląd systemów kierowania, konstrukcji i charakterystyk taktyczno-technicznych ppk czołowych producentów na świecie”, w którym Autor klasyfikuje i charakteryzuje główne systemy sterowania lotem pocisków kierowanych, omawiając zwięźle systemy sterowania zdalnego, samonaprowadzania oraz systemy autonomiczne. W dalszej części rozdziału 2 równie zwięźle omawia pociski kierowane z funkcją ataku z górnej półsfery (top attack) wskazując jednocześnie na luki w stanie wiedzy w tym zakresie, a następnie przechodzi do wyczerpującego przeglądu konstrukcji współczesnych przeciwpancernych pocisków kierowanych. W tym najbardziej obszernym fragmencie rozdziału 2 charakteryzuje dokładnie takie konstrukcje jak FGM-148 Javelin, Stugna-P, Korsarz, 9K135 Kornet, BGM-71 TOW, Spike, oraz Brimstone.

Analizę tę oceniam jako w pełni poprawną, dostarczającą czytelnikowi podstawowej wiedzy o konstrukcjach i wyzwaniach związanych z opracowywaniem nowych rozwiązań pocisków kierowanych. Mam jednak wrażenie niepotrzebnego ograniczenia tej analizy do systemów najczęściej pojawiających się w kontekście działań wojennych na Ukrainie oraz najpopularniejszych rozwiązań armii zachodnich. W mojej ocenie interesujące byłoby uzupełnienie tego zestawienia o rozwiązania koreańskie, chińskie, tureckie itp. Na podstawie pobieżnych poszukiwań internetowych mam też wrażenie pewnego niedosytu, jeśli idzie o rozwiązania europejskie. Zabrakło mi również usystematyzowanego porównania najważniejszych, z punktu widzenia tej rozprawy, parametrów poszczególnych rozwiązań (np. w postaci tabelarycznej), pozwalającego na łatwiejszą nawigację w gąszczu szczegółów technicznych. Podobny niedosyt budzi stosunkowo skromna (i ograniczona w większości do prac polskich autorów) liczba przywołanych publikacji naukowych z zakresu tematyki pracy, choć rozumiem, że publikacje dotyczące tak szczególnej materii z natury rzeczy mogą być nieliczne i niezawierające szczegółów rozwiązań.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Rozwiązanie postawionych zadań badawczych i jednocześnie potwierdzenie tezy rozprawy zawierają rozdziały od trzeciego do dziesiątego, w których prowadzi Autor czytelnika przez kolejne etapy prac badawczych. I tak, w rozdziale trzecim omawia szczegółowo budowę demonstratora pocisku kierowanego, omawiając szczegółowo poszczególne przedziały, w rozdziale czwartym przedstawia opracowany model symulacyjny, uwzględniający zarówno parametry fizyczne pocisku, jak i pełny matematyczny opis ruchu. Opracowany model pozwala na wyznaczenie trajektorii lotu, prędkości, kątów pochyleń, odchylenia i przechYLEń pocisku, przeciążeń, położenia pocisk-cel etc. Tak zdefiniowany model pozwolił Autorowi na przeprowadzenie wszechstronnych symulacji podstawowych parametrów lotu, przedstawionych w rozdziale piątym, oraz podjęcie prac nad udoskonaloną wersją algorytmu kierowania pociskiem. Wyniki tych prac przedstawione zostały w rozdziałach szóstym i siódmym, w których omawia Autor opracowane przez siebie oprogramowanie mikrokontrolera zmodernizowanej wersji autopilota, wprowadzone zmiany bloków elektroniki sterującej oraz przedstawia wyczerpujący opis nowego algorytmu kierowania pociskiem. Rozdział ósmy zawiera wyniki symulacji lotu pocisku z uwzględnieniem zastosowania nowego algorytmu sterującego, z odniesieniami do wyników prób poligonowych oraz bazowego algorytmu, potwierdzające poprawność przyjętych założeń i opracowanego rozwiązania. Rozdział dziewiąty zawiera wyniki badań podzespołów nowego autopilota i algorytmów sterujących, prowadzonych na stanowiskach laboratoryjnych w firmie CRW Telesystem-Mesko oraz informacje o montażu demonstratora pocisku i przygotowaniach do prób poligonowych, których wyniki omówione zostały w rozdziale dziesiątym, wraz z komentarzami na temat przyczyn rozbieżności pomiędzy wynikami modelowania, a tymi uzyskanymi w warunkach poligonowych.

Przedstawione wyniki badań i analiz potwierdzają, w mojej ocenie, rozwiązanie podstawowego problemu badawczego zdefiniowanego w rozprawie oraz dowodzą postawionej tezy. W szczególności Autor pokazał możliwość modyfikacji parametrów lotu samonaprowadzającego się ppk i uzyskania zdolności do ataku z górnej półsfery (top attack) przy pomocy opracowanego algorytmu, udowodnił poprawną realizację algorytmu kierowania i sekwencji startowej pocisku przez oprogramowanie zmodyfikowanego autopilota oraz istotne udoskonalenia nowego algorytmu, pozwalające na eliminację części wad algorytmu bazowego. W mojej ocenie zaprezentowane rozwiązania mają kluczowe znaczenie dla zdolności wytwórczych polskiego przemysłu zbrojeniowego w obszarze pocisków kierowanych.

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy czy poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

O oryginalności rozprawy doktorskiej mgr. inż. Damiana Gołosia przesądza przede wszystkim jej wymiar praktyczny, skutkujący realnym zwiększeniem możliwości polskiego przemysłu zbrojeniowego, poprzez wprowadzenie rozwiązań zwiększających wartość bojową pocisków opracowywanych w ramach współpracy spółek MESKO S.A., CRW Telesystem-Mesko sp. z o.o. oraz ukraińskiego biura konstrukcyjnego „Luch” Design Bureau. W kontekście działań wojennych toczących się za naszą wschodnią granicą uważam to za niezwykle istotny element rozprawy.

Autor skoncentrował się na udoskonalaniu rozwiązań dotyczących przedziału kierowania pociskiem, proponując, na podstawie symulacji lotu pocisku oraz danych zebranych podczas prób poligonowych nowe, oryginalne rozwiązania algorytmów sterujących, oprogramowania sterującego i bloków elektronicznych autopilota. Opracowany symulator lotu pocisku pozwala na prowadzenie dalszych prac badawczo-rozwojowych i optymalizację opracowywanych rozwiązań. W mojej ocenie uzyskane wyniki w sposób istotny kontrybuują do stanu wiedzy, a przede wszystkim poziomu techniki, reprezentowanego przez znane i obecne na rynku wojskowym rozwiązania innych producentów.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Rozprawa jest zredagowana w sposób w pełni poprawny i przygotowana z dużą starannością edycyjną. Autor posługuje się jasnym i zrozumiałym językiem, narracja prowadzona jest konsekwentnie, z zachowaniem sekwencji logicznej przeprowadzonych prac. Nie mam najmniejszych zastrzeżeń do jakości redakcyjnej rozprawy.

6. Jakie są słabe strony rozprawy i jej główne wady?

Rozprawę przygotowaną przez Pana Damiana Gołosia uważam za bardzo ważne osiągnięcie w trudnej, wymagającej i niezwykle istotnej dziedzinie. Nie dostrzegam jej istotnych wad, choć można wskazać na kilka obszarów powodujących lekki niedosyt recenzencki. Pierwszym z nich jest nieco niepełna, jak się wydaje, analiza stanu wiedzy, wspomniana już w punkcie 2 niniejszej recenzji. Uprzejmie proszę o skomentowanie tego aspektu podczas publicznej obrony – nie wykluczam, że szersze ujęcie i wyczerpująca analiza stanu wiedzy z uwagi na materię rozprawy jest po prostu niemożliwa.

Drugi aspekt dotyczy wskazanych przez Autora rozbieżności (w mojej naiwnej ocenie istotnych, jeśli idzie o parametry lotu) pomiędzy wynikami modelowania, a wynikami prób poligonowych. Autor wprowadzie przekonująco komentuje te rozbieżności, wskazując na możliwe przyczyny, ale wydaje się, że tezy te powinny zostać potwierdzone kolejnymi próbami poligonowymi, w pełni weryfikującymi poprawność opracowanego rozwiązania. Stwierdzenie Autora „należy podjąć działania mające na celu usztywnienie połączenia mechanicznego między pojemnikiem transportowo-startowym a mechanizmem startowym oraz podjąć próbę zmniejszenia sił przeciwdziałających wyjściu pocisku z pojemnika transportowo-startowego” uważam za nieco niewystarczające, szczególnie w kontekście ważności tematyki. Uprzejmie proszę również o komentarz w tej materii.

Ostatnim czynnikiem jest stosunkowo słaby wynik publikacyjny (dwie publikacje o wymiarze 40 pkt.), spełniający w mojej ocenie wymagania ustawowe w stopniu nieomal najmniejszym z możliwych. Rozumiejąc specyfikę obszaru rozprawy, uważam, że Autor mógł się pokusić o lepszy rezultat, szczególnie, że rozwiązania, nad którymi pracował dotyczą ogólnie algorytmów sterowania obiektami autonomicznymi, a jako takie mogą znaleźć ujście publikacyjne w czasopiśmie niekoniecznie ściśle wojskowych.

7. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk technicznych?

Rozprawa doktorska Pana Damiana Gołosia dotyczy zagadnień optymalizacji algorytmów sterujących, oprogramowania i rozwiązań konstrukcyjnych bloków elektroniki autopilota przeciwpancerne pocisku kierowanego opracowywanego przez MESKO S.A., CRW Telesystem-Mesko sp. z o.o. oraz

ukraińskie „Luch” Design Bureau. Opracowane rozwiązania pozwalają na istotne zwiększenie wartości bojowej rozwiązań pocisków kierowanych, mogą też w mojej ocenie posłużyć do dalszych prac badawczo-rozwojowych, a także mogą być podstawą przeniesienia na niektóre obszary zastosowań cywilnych. W mojej ocenie przesądza to o przydatności recenzowanej rozprawy dla nauk technicznych.

8. Do której z następujących kategorii Recenzent zalicza rozprawę:

- a) Nie spełniająca wymagań stawianych rozprawom doktorskim przez obowiązujące przepisy
- b) Wymagająca wprowadzenia poprawek i ponownego recenzowania
- c) Spełniająca wymagania
- d) Spełniająca wymagania z wyraźnym nadmiarem
- e) Wybitnie dobra, zasługująca na wyróżnienie

9. Wnioski końcowe

Rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Damiana Gołosia spełnia kryteria oryginalności rozwiązania problemu naukowego oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, sformułowane w art. 187 ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*, Dz. U. 2018 poz. 1668, z późn. zm.

Wnoszę o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Damiana Gołosia do publicznej obrony.

Dr hab. inż. Ryszard Piramidowicz, prof. PW