

Karta przedmiotu oferowanego w Szkole Doktorskiej nr 4
– semestr letni 2021/2022

TYTUŁ
Systemy sterowania rakiet
JEDNOSTKA PROWADZĄCA
Szkoła doktorska nr 4
DYSCYPLINA NAUKOWA
Automatyka, elektronika i elektrotechnika
JEDNOSTKA REALIZUJĄCA
113000 - Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa
OPIS SKRÓCONY PRZEDMIOTU
Przedmiot obowiązkowy dla uczestników programu IKD TR (Interdyscyplinarnego Kształcenia Doktorantów w Technikach Rakietowych), obieralny dla pozostałych doktorantów. Przedmiot dedykowany w szczególności uczestnikom programu IKD TR. Na przedmiot mogą się zapisać doktoranci wszystkich Szkół Doktorskich oraz uczestnicy studiów doktoranckich. Przy zapisach na zajęcia decyduje kolejność zgłoszeń.
OPIS PRZEDMIOTU
Przedmiot poświęcony jest systemom sterowania pocisków i rakiet. W ramach przedmiotu omawiane są główne podsystemy pocisków i ich cechy. Następnie ich proces projektowania wraz z całością systemu. W tym stawianiu wymagań, modelowaniu, analizie, integracji całości i symulacji lotu. Kolejna część wykładu poświęcona jest układowi wykonawczemu sterowania. Następnie omawiane są metody startu pocisków i rodzaje wyrzutni oraz rozwiązania zastosowane w najpopularniejszych rodzajach rakiet sterowanych. Omówione jest również zagadnienie wykonywania manewrów. Ich rodzaje i spowodowane nimi wymagania konstrukcyjne. W kolejnych wykładach przedstawiany jest wpływ ciężaru, kształtu pocisku, wymiany ciepła i zasilania pokładowego na konstrukcję i osiągi pocisków. Następnie omawiane są zagadnienia związane z polem rażenia i jego ograniczeniami, odporności systemu na czynniki zewnętrzne. Kolejne wykłady to główce śledzące i stosowane systemy nawigacji. Dalsza część dotyczy metod naprowadzania oraz konstrukcji i algorytmów autopilotów pocisków i rakiet sterowanych. Ostatnia część wykładu omawia zagadnienia integracji pocisków z wyrzutnią, kosztom cyklu życia wyrobu oraz badaniom symulacyjnym i poligonowym.

Wykład obejmuje następujące zagadnienia:

1. Podstawowe podsystemy pocisków sterowanych i ich cechy.

Podział na podstawowe podsystemy i ich parametry i cechy oraz sposoby działania.

2. Przebieg procesu projektowania pocisków i całości systemu

Etapy projektu. Tworzenie projektu koncepcyjnego. Stawiane wymagania i systemowy charakter projektowania. Inżynieria systemu: modelowanie i analizy, wymagania i specyfikacja, integracja całości systemu. Wpływ dużej różnorodności rozwiązań. Wymagania związane z aerodynamiką pocisków. Wymagania związane z zastosowaną głowicą śledzącą i systemem nawigacji. Stateczność rakiet. Aerodynamika powierzchni sterujących.

3. Układy wykonawcze sterowania pocisków i rakiet

Rodzaje układów wykonawczych sterowania. Podział sterów aerodynamicznych oraz wady i zalety poszczególnych rozwiązań. Podział sterów gazowych oraz wady i zalety poszczególnych rozwiązań. Stosowane układy współrzędnych. Sterowanie jednokanałowe i trójkanałowe. Analiza stosowanych rozwiązań.

4. Metody startu oraz sposoby realizacji trajektorii lotu

Rodzaje stosowanych wyrzutni. Metody ciepłego i zimnego startu.

5. Przegląd rozwiązań pocisków oraz zastosowanych w nich systemów sterowania

Pociski przeciwlotnicze i ziemia-ziemia oraz stosowane w nich rozwiązania układów wykonawczych sterowania oraz metod nawigacji i śledzenia celów.

6. Sposoby wykonywania manewrów przez pociski

Rodzaje manewrów w kolejnych etapach misji pocisku. Manewry wykonywane przez pociski wirujące i ze stabilizacją kąta przechylenia. Wymagania stawiane zapasowi stateczności rakiet.

7. Wpływ ciężaru kształtu oraz wymiany ciepła na konstrukcje i stosowane rozwiązania
Sposoby rozmieszczania poszczególnych podzespołów w pocisku w związku z ich ciężarem, kształtem i wymianą ciepła.

8. Pokładowe układy zasilania

Systemy elektryczne, pneumatyczne i hydrauliczne. Analiza stosowanych rozwiązań.

9. Pole rażenia

Stawiane wymagania oraz wpływ poszczególnych elementów systemu na pole rażenia.

10. Odporność systemu na czynniki zewnętrzne

Analiza problemów związanych z oddziaływaniem atmosfery oraz systemów przeciwdziałania na efektywność naprowadzania pocisku. Trajektorie ataku.

11. Głowice śledzące i systemy nawigacji

Głowice podczerwieni i radarowe ich budowa oraz wady i zalety oraz ograniczenia poszczególnych rozwiązań. Analiza efektywności i przyczyny stosowania poszczególnych rozwiązań.

12. Metody naprowadzania pocisków do celu

Metody dwu i trzypunktowe. Prawa matematyczne opisujące poszczególne metody naprowadzania. Analiza i zastosowania poszczególnych metod.

13. Autopilot

Budowa autopilota i algorytmy sterowania pocisków i rakiet.

14. Integracja pocisków z wyrzutnią

15. Koszty i cykl życia

16. Badania symulacyjne, HIL i poligonowe

LITERATURA

Eugene L. Fleeman „Missile design and system engineering”

Paul Zarchan „Tactical and strategic missile guidance”

EFEKTY UCZENIA

W ramach przedmiotu słuchacze zapoznają się metodami projektowania pocisków i ракет sterowanych. Poznają ich budowę, podsystemy, stawiane im wymagania oraz wytyczne dla ich projektowania. Ponadto posiadają wiedzę o procesie projektowania systemów ракетowych.

JĘZYK WYKŁADOWY PRZEDMIOTU**PUNKTY ECTS**

polski

3

**FORMA
PROWADZONYCH ZAJĘĆ****WYMIAR
GODZIN****PROWADZĄCY**

Wykład (WYK)

30

Robert Głębocki, dr hab. inż., prof uczelni