

KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	Budowa i sterowanie bezzałogowymi aparatami latającymi
Nazwa modułu w języku angielskim	Design and Control of Unmanned Flying Objects
Obowiązuje od roku akademickiego	2013/2014

A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Mechanika i Budowa Maszyn
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Specjalność	Uzbrojenie i Techniki Informatyczne
Jednostka prowadząca moduł	Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia
Koordynator modułu	prof. dr hab. inż. Zbigniew Koruba
Zatwierdził:	

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	specjalnościowy
Status modułu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	pierwszy
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	semestr letni
Wymagania wstępne	matematyka, mechanika ogólna, podstawy automatyki
Egzamin	nie
Liczba punktów ECTS	4

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
w semestrze	30	15		15	

C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Cel modułu	Tematyka modułu obejmuje główne zagadnienia związane z ogólną budową przeznaczeniem, klasyfikacją, kinematyką, dynamiką i sterowaniem bezzałogowych aparatów latających. Celem nauczania przedmiotu jest zapoznanie studenta z różnymi rodzajami bezzałogowych aparatów latających przeznaczonych do obserwacji terenu, wykrywania, śledzenia i atakowania celów zarówno nieruchomych jak i ruchomych; z podstawowymi zagadnieniami kinematyki, dynamiki i sterowania tego rodzaju obiektów.
-------------------	--

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma uporządkowaną wiedzę ogólną na temat historii powstawania, klasyfikacji i rozwoju obiektów latających	Wykład	KS_W02_UiTI KS_W03_UiTI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_02	Posiada szczegółową wiedzę dotyczącą budowy i przeznaczenia części składowych obiektów latających i ich zasady działania	Wykład	KS_W02_UiTI KS_W03_UiTI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_03	Dysponuje podbudowaną teoretycznie, szczegółową wiedzę na temat układów odniesienia używanych do opisu ruchu obiektu latającego i sposobu ich transformacji; ma podstawową wiedzę dotyczącą wyprowadzania równań ruchu takiego i ich linearyzacji	Wykład Ćwiczenia Projekt	KS_W02_UiTI KS_W03_UiTI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_04	Ma rozszerzoną wiedzę na temat stabilności i sterowalności obiektów latających, a także klasycznych regulatorów używanych do sterowania tymi obiektami	Wykład Ćwiczenia Projekt	KS_W02_UiTI KS_W03_UiTI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_05	Posiada uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę na temat metod optymalizacji sterowania obiektami latającymi	Wykład	KS_W02_UiTI KS_W03_UiTI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_06	Dysponuje rozszerzoną i pogłębioną wiedzą na temat zasady działania autopilota i optycznego koordynatora celu jako urządzeń możliwych do zastosowania w obiektach latających	Wykład	KS_W02_UiTI KS_W03_UiTI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_07	Ma szczegółową wiedzę w zakresie tworzenia pełnych równań ruchu obiektu latającego jako układu automatycznej regulacji	Wykład Ćwiczenia Projekt	K_W01 KS_W02_UiTI KS_W03_UiTI	T2A_W01 T2A_W04 T2A_W03 T2A_W04
U_01	Potrafi dokonać transformacji układów współrzędnych używanych do opisu ruchu obiektu latającego i wyprowadzić równania ruchu takiego obiektu	Wykład Ćwiczenia Projekt	K_U05 KS_U01_UiTI	T2A_U05 T2A_U08 T2A_U09 InzA_U01 InzA_U02
U_02	Potrafi przeanalizować działanie podstawowych regulatorów używanych w obiektach latających	Wykład Ćwiczenia	K_U05 KS_U02_UiTI	T2A_U05 T2A_U08 T2A_U09 InzA_U01 InzA_U02
U_03	Potrafi metodami matematycznymi przeanalizować	Ćwiczenia	K_U05 KS_U02_UiTI	T2A_U05

	proces naprowadzania obiektu latającego na cel	Projekt		T2A_U08 T2A_U09 InzA_U01 InzA_U02
U_04	Potrafi cyfrowo dokonać analizy procesu naprowadzania obiektu latającego na cel	Wykład Ćwiczenia Projekt	K_U05 K_U07 KS_U02_UiTi	T2A_U05 T2A_U08 T2A_U09 InzA_U01 InzA_U02
U_05	Potrafi zaprojektować regulator dla sterowanego obiektu latającego posługując się odpowiednim oprogramowaniem komputerowym	Wykład Projekt	K_U05 K_U11 KS_U02_UiTi	T2A_U05 T2A_U07 T2A_U08 T2A_U09 InzA_U01 InzA_U02
K_01	Rozumie potrzebę dokształcania się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych w zakresie budowy, dynamiki i sterowania obiektami latającymi	Wykład Ćwiczenia Projekt	K_K01	T2A_K01 T2A_K03
K_02	Ma świadomość ważności i rozumie aspekty oraz skutki działalności w obszarze budowy i sterowania obiektami mobilnymi	Wykład Ćwiczenia	K_K09	T2A_K07

Treści kształcenia:

1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Wprowadzenie do przedmiotu. Podstawowe definicje i określenia najważniejszych pojęć stosowanych w konstrukcji i sterowaniu bezzałogowych aparatów latających (BAL); rodzaje i klasyfikacja BAL.	W_01 K_01 K_02
2.	Cechy charakterystyczne i typowe wyposażenie BAL.	W_02 K_01 K_02
3.	Budowa BAL. Najważniejsze elementy BAL, ich budowa, przeznaczenie i zasada działania.	W_02 K_01 K_02
4.	Sposoby funkcjonowania i opis typowej misji wykonywanej przez BAL.	W_02 K_01 K_02
5.	Równania kinematyczne ruchu BAL. Przyjęte układy współrzędnych, macierze przejścia, wyprowadzenie równań ruchu po zadanej trajektorii – ruch programowy BAL.	W_03 U_01 K_01 K_02
6.	Siły działające na BAL podczas lotu. Ciąg silnika, siła ciężkości, siły aerodynamiczne, siły Coriolisa, siły sterujące.	W_03 U_01 K_01 K_02

7.	Równania dynamiczne BAL. Przyjęte układy współrzędnych, macierze przejścia, wyprowadzenie równań ruchu metodą Lagrange'a II rodzaju, ruch postępowy i kulisty BAL, linearyzacja, rozdzielenie ruchu podłużnego i boczno.	W_03 U_01 K_01 K_02
8.	Przeciążenia działające na BAL w locie. Analiza przeciążeń kinematycznych i dynamicznych. Związek między przeciążeniem a krzywizną toru lotu BAL.	W_07 U_01 K_01 K_02
9.	Sposoby sterowania BAL – sterowanie autonomiczne i zdalne. Rodzaje nawigacji wielozadaniowych BAL. Specyfika nawigacji, sterowania i naprowadzania bojowych BAL.	W_06 K_01 K_02
10.	Stabilność, obserwowalność i sterowalność BAL Rodzaje i kryteria stabilności. Warunki obserwowalności i stabilności BAL.	W_06 K_01 K_02
11.	Pilot automatyczny (Autopilot) w BAL. Regulatory P, PD i PID (równanie oraz transmitancja regulatorów) w autopilocie. Regulatory liniowo-kwadratowe – sterowanie BAL za pomocą metody LQR.	W_04 U_02 K_01 K_02
12.	Elementy optymalnego sterowania BAL. Idea sterowania optymalnego. Metody projektowania sterowania optymalnego; zagadnienie sterowania optymalnego minimalno-czasowego; zasada maksimum Pontriagina oraz dostateczność zasady Pontriagina.	W_05 K_01 K_02
13.	Nawigacja bojowym BAL. Kinematyka nawigacji bojowego BAL – ruch wzajemny BAL i celu naziemnego. Metody naprowadzania BAL na cel naziemny.	W_07 U_04 K_01 K_02
14.	Giroskopowy system naprowadzania BAL. Związek między równaniami ruchu girokopu a linią obserwacji celu. Więzy kinematyczne ruchu BAL. Ruchy programowe (podczas poszukiwania celu naziemnego) i śledzące (po wykryciu celu) girokopu.	W_06 K_01 K_02
15.	Badania symulacyjne ruchu BAL. Pełne równania ruchu BAL, linii obserwacji i poszukiwania celu oraz celu naziemnego – model matematyczny i cyfrowy ruchu BAL.	W_07 U_04 K_01 K_02
16.	Kolokwium zaliczeniowe.	

2. Treści kształcenia w zakresie ćwiczeń

Nr zajęć ćwicz.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Transformowanie układów współrzędnych określających położenie BAL w przestrzeni. Wyznaczenie macierzy transformacji za pomocą kosinusów kierunkowych. Wyprowadzenie równań ruchu obiektu latającego.	W_03 U_01 K_01 K_02

2	Wyprowadzenie równań kinematycznych ruchu BAL podczas obserwacji i śledzenia ruchomego celu naziemnego.	W_03 U_01 K_01 K_02
3	Wyprowadzenie równań ruchu linii obserwacji celu naziemnego z pokładu BAL.	W_03 U_01 K_01 K_02
4	Wyprowadzenie równań ruchu postępowego i kulistego BAL.	W_03 U_01 K_01 K_02
5	Dobór parametrów regulatora typu PID w autopilocie BAL.	W_04 U_02 K_01 K_02
6	Opracowanie modelu matematycznego sterowanego BAL.	W_07 U_03 K_01 K_02
7	Opracowanie programu symulacyjnego lotu BAL podczas obserwacji i śledzenia ruchomego celu.	U_04 K_01 K_02
8.	Kolokwium zaliczeniowe.	

3. Charakterystyka zadań projektowych

Nr projektu	Charakterystyka zadania	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Dokonać analizy kinematyki ruchu BAL z wykorzystaniem Matlab-Simulinka.	W_03 W_07 U_03 U_04 K_01
2	Dokonać analizy dynamiki BAL z wykorzystaniem Matlab-Simulinka.	W_03 W_07 U_03 U_04 K_01
3	Zaprojektować tory kinematyczne (programowe) ruchu BAL podczas obserwacji i śledzenia obiektu naziemnego z wykorzystaniem Matlab-Simulinka.	W_07 U_03 U_04 K_01
4	Zaprojektować parametry regulatora PID w autopilocie BAL realizującego ruch zadany z wykorzystaniem Matlab-Simulinka.	W_07 U_05 K_01

5	Zaprojektować parametry regulatora typu LQR w autopilocie BAL realizującego ruch zadany z wykorzystaniem Matlaba-Simulinka.	W_07 U_05 K_01
6	Analiza przeciążeń działających na BAL podczas lotu programowego z wykorzystaniem Matlaba-Simulinka.	W_07 U_03 U_04 K_01
7	Symulacja lotu BAL podczas poszukiwania i śledzenia ruchomego celu naziemnego z wykorzystaniem Matlaba-Simulinka.	W_04 U_05 K_01
8.	Zaliczenie zajęć na podstawie wykonanych zadań projektowych.	

4. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej
W_02	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej
W_03	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej, kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń, ocena wykonanego zadania projektowego
W_04	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej, kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń, ocena wykonanego zadania projektowego
W_05	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej
W_06	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej
W_07	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej, kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń, ocena wykonanego zadania projektowego
U_01	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej, kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń, ocena wykonanego zadania projektowego
U_02	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej, kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń
U_03	Kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń, ocena wykonanego zadania projektowego
U_04	Kolokwium zaliczeniowe z wykładu w formie pisemnej, kolokwium zaliczeniowe z ćwiczeń, ocena wykonanego zadania projektowego
U_05	Egzamin w formie opisowej, ocena wykonanego zadania projektowego
K_01	Obserwacja postawy studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusja podczas ćwiczeń audytoryjnych i projektowych
K_02	Obserwacja postawy studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusja podczas ćwiczeń

	audytoryjnych i projektowych
--	------------------------------

D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	30 godzin
2	Udział w ćwiczeniach	15 godzin
3	Udział w laboratoriach	
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	6 godzin
5	Udział w zajęciach projektowych	15 godzin
6	Konsultacje projektowe	6 godziny
7	Udział w egzaminie	
8		
9	Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	72 godziny (suma)
10	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego (1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)	2,7 ECTS
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	12 godzin
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	6 godzin
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	6 godzin
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	
15	Wykonanie sprawozdań	
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	10 godzin
18	Przygotowanie do egzaminu	
19		
20	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	34 godziny (suma)
21	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy (1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)	1,3 ECTS
22	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	106 godzin
23	Punkty ECTS za moduł 1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta	4 ECTS
24	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi	64 godziny
25	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym 1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta	2,4 ECTS

E. LITERATURA

Wykaz literatury	1. Awrejcewicz J., Koruba Z.: <i>Classical Mechanics. Applied Mechanics and Mechatronics. Series: Advances in Mechanics and Mathematics, Vol. 30</i>, Springer, New York, 2012. 2. Koruba Z., Osiecki J. W.: Budowa, dynamika i nawigacja wybranych broni precyzyjnego rażenia. Podręcznik akademicki, W. PŚk, ISBN 83-88906-17-8, s. 484. Kielce 2006r. 3. Derek A.: Systemy sterowania rakiet. Cz. I. Dynamika systemów sterowania rakiet. „Wyd. WAT”, Warszawa 1979 r. 4. Dubiel S.: Konstrukcja rakiet. Skrypt WAT, Cz.1 (1980r.), Cz.2 (1969r.), Cz.3 (1972r.).
------------------	---

	5. Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów, PWN, Warszawa, 1999. 6. Mrozek B., Mrozek Z., Matlab i Simulink. Poradnik użytkownika, Wydawnictwo Helion, Gliwice, 2004. 7. Демидов В. П., Кутыев Н. Ш.: Управление зенитными ракетами. Военное Издательство, Москва 1989. 8. Дмитриевский А. А. (ред.): Баллистика и навигация ракет. „Машиностроение”, Москва 1985. 9. Карпенко А. Э.: Российское ракетное оружие 1943–1993 г.г. Справочник. Санкт–Петербург, „ПИКА”, 1993. 10. Казаков И. Е., Гладков Д. И., Криксунов Л. З., Харитонов А. П.: Системы управления и динамика наведения ракет. Изд. ВВИА им.Н. Е. Жуковского 1973. 11. Мишин В. П. (ред.): Динамика ракет. „Машиностроение”, Москва 1990. 12. Неупокоев Ф. К.: Стрельба зенитными ракетами. „Военное Изд.”, Москва 1991.
Witryna WWW modułu/przedmiotu	