



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	M#1-S2-MiBM-UiT1-109
Nazwa przedmiotu	Mechanika lotu
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Flight mechanics
Obowiązuje od roku akademickiego	2019/2020

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	studia stacjonarne
Zakres	uzbrojenie i techniki informatyczne
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia
Koordinator przedmiotu	dr hab. inż. Zbigniew Dziopa prof. PŚk.
Zatwierdził	

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	przedmiot specjalnościowy
Status przedmiotu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	semestr 1
Wymagania wstępne	balistyka zewnętrzna, mechanika ogólna, matematyka, informatyka
Egzamin (TAK/NIE)	TAK
Liczba punktów ECTS	3

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	15		15	15	

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma wiedzę w zakresie mechaniki, w szczególności wiedzę niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w mechanice lotu obiektów związanych z techniką uzbrojenia.	MiBM2_W02
	W02	Ma wiedzę dotyczącą wykonania pomiarów i estymacji otrzymanych wyników w mechanice lotu.	MiBM2_W12
Umiejętności	U01	Potrafi świadomie wykorzystywać oprogramowanie komputerowe w obszarze mechaniki lotu.	MiBM2_U02
	U02	Potrafi wykorzystać metody analityczne, numeryczne, symulacyjne do formułowania i rozwiązywania zadań z zakresu mechaniki lotu oraz potrafi odpowiednio zinterpretować i wykorzystać wyniki eksperymentu.	MiBM2_U12
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę doksztalcenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	MiBM2_K01

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<b>Wprowadzenie.</b> Charakterystyka obiektu poruszającego się w polu grawitacyjnym i w atmosferze Ziemi – sterowany pocisk raketowy, pocisk strzelecki, kulka airsoftowa, rakiet balistyczna.
	<b>Charakterystyka układów odniesienia.</b> Układy współrzędnych stosowane do opisu lotu obiektu, kąty lotnicze. Sposób budowania i wykorzystania tablicy kosinusów kierunkowych.
	<b>Równania ruchu postępowego obiektu – twierdzenie o zmianie pędu.</b> a) Ruch obiektu w układzie odniesienia związanym z wektorem prędkości liniowej obiektu. Zastosowanie transformacji $R_{xy}$ . Prędkość liniowa obiektu. b) Ruch obiektu w układzie odniesienia związanym z obiektem. Układ odniesienia jest układem centralnym lub nie jest układem centralnym. Zastosowanie transformacji $R_{\psi\theta\varphi}$ . Prędkość kątowna obiektu. c) Zależności kinematyczne charakteryzujące ruch względny obiektu i manewr celu z zadaniem przeciążeniem. d) Ruch rakiety balistycznej jako układu zmiennego w czasie. e) Siły zewnętrzne działające na obiekt: siła ciężkości, siły aerodynamiczne, ciąg silnika raketowego.
	<b>Równania ruchu kulistego obiektu – twierdzenie o zmianie krętu.</b> a) Ruch kulisty obiektu w układzie odniesienia związanym z obiektem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Układ odniesienia jest układem centralnym.</li> <li>• Układ odniesienia jest układem centralnym i jest układem głównym.</li> <li>• Układ odniesienia nie jest układem centralnym i nie jest układem głównym.</li> </ul> b) Tensor bezwładności obiektu.
	<b>Model lotu obiektu w polu grawitacyjnym i w atmosferze Ziemi.</b> a) Wektor główny i moment główny sił aerodynamicznych. b) Równania ruchu postępowego i kulistego obiektu wraz z więzami kinematycznymi i związkami kinematycznymi prędkości liniowej i kątownej.

laboratorium	<b>Analiza lotu obiektu w postaci punktu materialnego.</b> a) Symulacja lotu obiektu w układzie odniesienia związanym z wektorem prędkości liniowej obiektu pod działaniem siły oporu aerodynamicznego dla transformacji $R_{xy}$ i $R_{yx}$ . b) Symulacja lotu obiektu do celu wykonującego manewr obronny z określonym przeciążeniem. c) Symulacja lotu rakiety balistycznej jako układu zmiennego w czasie.
	<b>Analiza lotu obiektu w postaci bryły sztywnej.</b> a) Symulacja lotu obiektu pod działaniem wektora głównego i momentu głównego sił aerodynamicznych. b) Uwzględnienie w rozważaniach manewru obronnego celu realizowanego z określonym przeciążeniem.
projekt	<b>Zaprojektowanie pocisku o określonej masie.</b> a) Opracowanie kształtu pocisku. b) Wyznaczenie charakterystyki bezwładności pocisku.
	<b>Przeprowadzenie symulacji lotu zaprojektowanego pocisku.</b> a) Identyfikacja charakterystyki aerodynamicznej pocisku. b) Opracowanie modelu ruchu celu. c) Opracowanie programu umożliwiającego przeprowadzenie symulacji lotu pocisku do poruszającego się celu.

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (zaznaczyć X)					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
U01			X			
U02			X			
K01						X

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Otrzymanie zaliczenia z laboratorium i projektu
laboratorium	zaliczenie z oceną	Obecność na zajęciach. Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium przeprowadzanych w trakcie zajęć
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie pozytywnej oceny z wykonania projektu

\*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

## NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15	15		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4		2	2		h

3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>53</b>	h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>2,1</b>	ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>22</b>	h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>0,9</b>	ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>50</b>	h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>2</b>	ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>75</b>	h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	<b>3</b>	ECTS

## LITERATURA

1. Baranowski Jerzy Hubert : Balistyka współczesna, JHB, Warszawa 2016
2. Dubiel S.: Dynamika lotu, część I Aerodynamika i część II Mechanika lotu. WAT, Warszawa 1984 i 1985
3. Dziopa Z.: Mechanika lotu. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2007
4. Gacek J.: Balistyka zewnętrzna. Część I i II. WAT, Warszawa 1998.
5. Gacek J.: Modelowanie i badanie dynamicznych właściwości obiektów balistycznych. WAT, Warszawa 1992
6. Kowaleczko Grzegorz : Modelowanie dynamiki lotu obiektów latających. ITWL, Warszawa 2018
7. Niczyporuk J., S. Wiśniewski : Balistyka zewnętrzna. Część I. WAT, Warszawa 1985.
8. Osiecki J., Koruba Z.: Budowa, dynamika i nawigacja pocisków raketowych bliskiego zasięgu, część I. Politechnika Świętokrzyska, skrypt nr 348, Kielce 1999
9. Sibilski Krzysztof : Modelowanie i symulacja dynamiki ruchu obiektów latających. NIT, Warszawa 2004.
10. Sobieraj Wiesław : Aerodynamika. WAT, Warszawa 2014
11. Szadkowski Jerzy : Balistyka zewnętrzna. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2004
12. Szapiro J. : Balistyka zewnętrzna. Wydawnictwo MON, Warszawa 1956.
13. Дмитревский А. А.: Баллистика и навигация ракет. Машиностроение, Москва 1985
14. Краснов Н. Ф.: Аэродинамика тел вращения. Машиностроение, Москва 1964
15. Кузнецов В.А., Чуйко В.С., Внешняя баллистика, Высшая школа, Москва 1958
16. Лебедев А. А., Чернобровкин Л. С., Динамика полета, Машиностроение, Москва 1973
17. Мхитарян А. М., Аэрогидромеханика, Машиностроение, Москва 1984
18. Постниоков А.Г., Чуйко В.С.: Внешняя баллистика неуправляемых авиационных ракет и снарядов. Машиностроение, Москва 1985