



## IV. Opis programu studiów

### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	<b>M#1-S1-MiBM-UiTI-609</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Balistyka zewnętrzna</b>
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>External ballistics</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2020/2021</b>

#### USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

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

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>przedmiot specjalnościowy</b>
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>semestr 6</b>
Wymagania wstępne	<b>mechanika ogólna, matematyka, informatyka</b>
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	<b>3</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	<b>15</b>		<b>15</b>	<b>15</b>	

## 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 balistyce zewnętrznej obiektów związanych z techniką uzbrojenia.	MiBM1_W02
	W02	Ma wiedzę dotyczącą wykonania pomiarów i estymacji otrzymanych wyników w balistyce zewnętrznej.	MiBM1_W16
Umiejętności	U01	Potrafi świadomie wykorzystywać oprogramowanie komputerowe w obszarze balistyki zewnętrznej.	MiBM1_U02
	U02	Potrafi wykorzystać metody analityczne, numeryczne, symulacyjne do formułowania i rozwiązywania zadań z zakresu balistyki zewnętrznej oraz potrafi odpowiednio zinterpretować i wykorzystać wyniki eksperymentu.	MiBM1_U12
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę dokształcania się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	MiBM1_K01

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<b>Wprowadzenie.</b> Charakterystyka obiektu balistycznego – pocisk strzelecki, kulka airsoftowa, rakieta balistyczna. Parametry opisujące trajektorię lotu obiektu.
	<b>Charakterystyka układów odniesienia.</b> Układy współrzędnych stosowane do opisu lotu obiektu, kąty lotnicze. Transformacje jako związki między układami odniesienia.
	<b>Równania ruchu obiektu.</b> a) Ruch obiektu w ziemskim topocentrycznym układzie odniesienia w próżni. b) Ruch obiektu w ziemskim topocentrycznym układzie odniesienia w atmosferze ziemi. c) Interpretacja wektora prędkości i przyspieszenia obiektu. d) Ruch obiektu w układzie odniesienia związanym z wektorem prędkości liniowej obiektu w atmosferze ziemi. Zastosowanie transformacji $R_{xy}$ i $R_{yx}$ . e) Równania ruchu względnego obiektu w przypadku przemieszczającego się celu. f) Ruch rakiety balistycznej. g) Przeciążenie działające na obiekt.
	<b>Analiza rozrzutu.</b> Omówienie metody statystycznej. Zastosowanie w estymacji uchylenia średniego i uchylenia średnio-kwadratowego względem średniego punktu trafień oraz rozkład gęstości prawdopodobieństwa trafienia w tarczę.
laboratorium	<b>Analiza lotu obiektu balistycznego.</b> a) Symulacja lotu obiektu w ziemskim topocentrycznym układzie odniesienia w próżni i w atmosferze ziemi. b) Symulacja lotu obiektu w układzie odniesienia związanym z wektorem prędkości liniowej obiektu w atmosferze ziemi dla transformacji $R_{xy}$ i $R_{yx}$ . c) Symulacja lotu obiektu do poruszającego się celu o zadanych parametrach. d) Symulacja lotu obiektu do celu wykonującego manewr obronny z określonym przeciążeniem. e) Symulacja lotu rakiety balistycznej.
	<b>Analiza rozrzutu.</b> a) Wykonanie strzelań do tarczy. b) Przeprowadzenie estymacji otrzymanego rozrzutu.
	<b>Zastosowanie do analizy ruchu obiektu szybkiej kamery cyfrowej Phantom</b> a) Rejestracja lotu obiektu. b) Analiza pierwszej fazy lotu obiektu.

projekt	<b>Wyznaczenie parametrów kształtujących trajektorię lotu obiektu – metoda 1.</b> Obliczanie czynników toru za pomocą katalogów AAAR. Obliczanie poprawek do czynników toru. Odchyłka zasięgu.
	<b>Wyznaczenie parametrów kształtujących trajektorię lotu obiektu – metoda 2.</b> Obliczanie czynników toru metodą Siacciego. Obliczanie poprawek do czynników toru. Odchyłka zasięgu. Wyznaczanie czynników toru dla zadanej donośności.
	<b>Zaprojektowanie pocisku.</b> Projekt pocisku oraz sprawdzenie jego stabilności na torze balistycznym.

\*) 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	zaliczenie z oceną	Otrzymanie zaliczenia z laboratorium i projektu
laboratorium	zaliczenie z oceną	Obecność na zajęciach. Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwiów 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)	2		2	2		h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>51</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>2</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>24</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>1</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. Dziopa Z.: Mechanika lotu. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2007
3. Ejsmont Jerzy A. : Celność broni strzeleckiej. WKŁ, Warszawa 2012
4. Gacek J.: Balistyka zewnętrzna. Część I i II. WAT, Warszawa 1998.
5. Kowaleczko Grzegorz : Modelowanie dynamiki lotu obiektów latających. ITWL, Warszawa 2018
6. Niczyporuk J., S. Wiśniewski : Balistyka zewnętrzna. Część I. WAT, Warszawa 1985.
7. Sibilski Krzysztof : Modelowanie i symulacja dynamiki ruchu obiektów latających. NIT, Warszawa 2004.
8. Sobieraj Wiesław : Aerodynamika. WAT, Warszawa 2014
9. Szadkowski Jerzy : Balistyka zewnętrzna. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2004
10. Szapiro J. : Balistyka zewnętrzna. Wydawnictwo MON, Warszawa 1956.
11. Дмитриевский А. А.: Баллистика и навигация ракет. Машиностроение, Москва 1985
12. Краснов Н. Ф.: Аэродинамика тел вращения. Машиностроение, Москва 1964
13. Кузнецов В.А., Чуйко В.С., Внешняя баллистика, Высшая школа, Москва 1958
14. Лебедев А. А., Чернобровкин Л. С., Динамика полета, Машиностроение, Москва 1973
15. Мхитарян А. М., Аэрогидромеханика, Машиностроение, Москва 1984
16. Постниоков А.Г., Чуйко В.С.: Внешняя баллистика неуправляемых авиационных ракет и снарядов. Машиностроение, Москва 1985