

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	M#2-S1-MiBM-UiK-607
	studia niestacjonarne:	M#2-N1-MiBM-UiK-706
Nazwa przedmiotu	Balistyka zewnętrzna	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	External Ballistics	
Obowiązuje od roku akademickiego	2024/2025	

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	MECHANIKA I BUDOWA MASZYN
Poziom kształcenia	I stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne i niestacjonarne
Zakres	uzbrojenie i kryminalistyka
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia
Koordinator przedmiotu	dr hab. inż. Zbigniew Dziopa, prof. PŚk
Zatwierdził	dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmiot specjalnościowy	
Status przedmiotu	Obowiązkowy	
Język prowadzenia zajęć	Polski	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	Semestr VI
	studia niestacjonarne	Semestr VII
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	TAK	
Liczba punktów ECTS	4	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	15		15	15	
	studia niestacjonarne:	9		9	9	

EFEKTY UCZENIA SIĘ



Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma uporządkowaną zaawansowaną wiedzę w zakresie posługiwania się metodami numerycznymi niezbędnymi do rozwiązywania zagadnień występujących w balistyce zewnętrznej obiektów związanych z techniką uzbrojenia.	MiBM1_W01
	W02	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie mechaniki, w szczególności wiedzę niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w balistyce zewnętrznej obiektów związanych z techniką uzbrojenia.	MiBM1_W02
	W03	Ma wiedzę dotyczącą wykonania pomiarów i estymacji otrzymanych wyników w balistyce zewnętrznej.	MiBM1_W09 MiBM1_W12
Umiejętności	U01	Potrafi świadomie wykorzystywać oprogramowanie komputerowe w obszarze balistyki zewnętrznej.	MiBM1_U01 MiBM1_U02 MiBM1_U03
	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
	U03	Potrafi dobrać odpowiednie materiały inżynierskie dla zapewnienia zaplanowanego ruchu obiektów balistycznych.	MiBM1_U14
Kompetencje społeczne	K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy oraz rozumie potrzebę dokończenia się w celu podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	MiBM1_K01 MiBM1_K03

TRZĘSCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>Wprowadzenie. Podstawowe zagadnienia balistyki zewnętrznej. Charakterystyka obiektu balistycznego – pocisk strzelecki, pocisk artyleryjski, pocisk moździerzowy, granat rakieta balistyczna, bomba lotnicza. Parametry opisujące trajektorię lotu obiektu.</p> <p>Charakterystyka układów odniesienia. Układy współrzędnych stosowane do opisu lotu obiektu, kąty lotnicze. Transformacje jako związki między układami odniesienia.</p> <p>Równania ruchu obiektu.</p> <ol style="list-style-type: none"> Ruch obiektu w ziemskim topocentrycznym układzie odniesienia w próżni i w atmosferze ziemi. Interpretacja wektora prędkości i przyspieszenia obiektu. Ruch obiektu w układzie odniesienia związanym z wektorem prędkości liniowej obiektu w atmosferze ziemi. Zastosowanie transformacji R_{xy} i R_{yx}. Równania ruchu względnego obiektu w przypadku przemieszczającego się celu. Ruch rakiety balistycznej. Przeciążenie działające na obiekt. <p>Analiza rozrzutu. Omówienie metody statystycznej. Zastosowanie w estymacji uchylenia średniego i uchylenia średnio-kwadratowego względem średniego punktu trafień oraz rozkład gęstości prawdopodobieństwa trafienia w tarczę.</p>





laboratorium	<p>Analiza lotu obiektu balistycznego.</p> <p>a) Symulacja lotu obiektu w ziemskim topocentrycznym układzie odniesienia w próżni i w atmosferze ziemi.</p> <p>b) Symulacja lotu obiektu w układzie odniesienia związanym z wektorem prędkości liniowej obiektu w atmosferze ziemi dla transformacji R_{γ}.</p> <p>c) Symulacja lotu obiektu do poruszającego się celu o zadanych parametrach.</p> <p>d) Symulacja lotu obiektu do celu wykonującego manewr obronny z określonym przeciążeniem.</p> <p>e) Symulacja lotu rakiety balistycznej.</p> <p>Analiza rozrzutu.</p> <p>a) Wykonanie strzelań do tarczy.</p> <p>b) Przeprowadzenie estymacji otrzymanego rozrzutu.</p> <p>Zastosowanie do analizy ruchu obiektu szybkiej kamery cyfrowej Phantom</p> <p>a) Rejestracja lotu obiektu. Analiza pierwszej fazy lotu obiektu.</p>
projekt	<p>Wyznaczenie parametrów kształtujących trajektorię lotu obiektu metodą Siacciego.</p> <p>Obliczanie czynników toru. Obliczanie poprawek do czynników toru. Odchyłka zasięgu. Wyznaczanie czynników toru dla zadanej donośności.</p> <p>Zaprojektowanie pocisku.</p> <p>Projekt pocisku oraz sprawdzenie jego stabilności na torze balistycznym.</p>

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				
W03		X				
U01					X	
U02					X	
U03				X		
K01		X				

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	egzamin	Pozytywne zaliczenie końcowego egzaminu. Uzyskanie co najmniej 50 % punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawozdań z zajęć. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną.
projekt	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie opracowanych projektów. Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną.

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS			
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta	Jednostka





		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15	15		9		9	9		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4		2	2		4		2	2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	53					35					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,1					1,4					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	47					65					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,9					2,6					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	67					67					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2,7					2,7					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	100					100					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	4										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. Краснов Н. Ф.: Аэродинамика тел вращения. Машиностроение, Москва 1964
12. Кузнецов В.А., Чуйко В.С., Внешняя баллистика, Высшая школа, Москва 1958
13. Лебедев А. А., Чернобровкин Л. С., Динамика полета, Машиностроение, Москва
14. Мхитарян А. М., Аэрогидромеханика, Машиностроение, Москва 1984
15. Постниоков А.Г., Чуйко В.С.: Внешняя баллистика неуправляемых авиационных ракет и снарядов. Машиностроение, Москва 1985

