



### IV. Opis programu studiów

#### 3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	M#1-S2-MiBM-UiTI-211
Nazwa przedmiotu	Silniki raketowe
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Rocket engines
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 niestacjonarne
Zakres	uzbrojenie i techniki informatyczne
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych
Koordynator przedmiotu	Dr hab. inż. Sławomir Spadło, 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 2
Wymagania wstępne	
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	2

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	seminarium
Liczba godzin w semestrze	18			9	

## EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie fizyki, obejmującą mechanikę, kinematykę optykę, elektryczność i magnetyzm, w szczególności wiedzę niezbędną do zrozumienia zjawisk fizycznych występujących we wszelkiego typu maszynach i urządzeniach mechanicznych, w tym w systemach umożliwiających kształtowanie i obróbkę różnego rodzaju materiałów oraz w pojazdach, systemach związanych z techniką uzbrojenia.	MiBM2_W02
	W02	Posiada uporządkowaną i pogłębioną wiedzę na temat termodynamiki oraz mechaniki płynów oraz zastosowań tych dziedzin nauki w różnych obszarach mechaniki i budowy maszyn, np. przy projektowaniu elementów w technice uzbrojenia, w różnego typu układach pneumatycznych i hydraulicznych i innych.	MiBM2_W18
	W03	Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie zasad projektowania części maszyn i konstrukcji mechanicznych wykorzystywanych w budowie maszyn, a także zna zasady ich doboru i oceny wytrzymałości, wie również, jak wykorzystać do tego celu różnego rodzaju narzędzia informatyczne i programy użytkowe.	MiBM2_W16
	W04	Ma uporządkowaną i pogłębioną wiedzę w zakresie mechatroniki oraz systemów mechatronicznych stosowanych w różnych obszarach mechaniki i budowy maszyn.	MiBM2_W13
Umiejętności	U01	Potrafi wykorzystać wiedzę z obszaru nauk podstawowych, takich jak matematyka, fizyka, chemia i im pokrewnych do rozwiązywania złożonych zadań inżynierskich w różnych obszarach mechaniki i budowy maszyn.	MiBM2_U01
	U02	Potrafi sprawnie zaprojektować zgodnie ze specyfikacją układ mechaniczny z zastosowaniem komputerowego wspomaganie projektowania maszyn, w tym potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania złożonego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym w zakresie projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia.	MiBM2_U09
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie znaczenie i zna możliwości ciągłego doskonalenia (studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy), co prowadzi do podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	MiBM2_K01
	K02	Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz rozumie konieczność podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia	MiBM2_K04

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	<p>Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami obliczeń gazodynamicznych i termodynamicznych silników raketowych oraz poznanie podstawowych zespołów konstrukcyjnych silników raketowych na paliwo stałe.</p> <p>Treści przedmiotu obejmują:</p> <p>Klasyfikacja napędów lotniczych</p> <p>Podstawowe elementy konstrukcyjne i funkcjonalne silników raketowych na paliwo stałe (SRPS).</p> <p>Charakterystyka ładunków prochowych silników raketowych na paliwo stałe. Elementy sterowania wektorem ciągu.</p> <p>Przepływ prochowych gazów przez dyszę.</p> <p>Ciąg. Impuls całkowity oraz impuls jednostkowy ciągu. Wpływ impulsu na charakterystyki lotu rakiety.</p> <p>Metodyka badań doświadczalnych charakterystyk energetyczno-balistycznych wysokoenergetycznych materiałów pędnych. Eksperymentalne wyznaczenie impulsu jednostkowego ciągu.</p> <p>Prawo szybkości spalania stałego paliwa raketowego (SPR). Funkcja ciśnieniowa, temperaturowa i erozyjna.</p> <p>Bilans masy gazów w komorze spalania SRPS. Problem główny balistyki wewnętrznej silników raketowych.</p> <p>Samoregulacja ciśnienia w komorze spalania SRPS. Stabilna i niestabilna praca SRPS. Analiza wpływu różnorodnych czynników na pracę silnika raketowego</p> <p>Budowa i zasada działania silników raketowych na paliwo ciekłe (SRPC). Podobieństwa i różnice pomiędzy SRPS a SRPC.</p> <p>Tendencje rozwojowe przyszłościowych napędów raketowych pojazdów kosmicznych.</p> <p>Cywilne zastosowania SRPS oraz SRPC</p> <p>Procesy wewnątrzkomorowe w SR. Nagrzewanie komór spalania i dysz podczas pracy silnika raketowego. Ochrona cieplna.</p> <p>Metodyka badań doświadczalnych podstawowych zespołów silnika raketowego na paliwo stałe.</p>
projekt	<p>W trakcie zajęć projektowych z przedmiotu "silniki raketowe" studenci poznają podstawowe procesy termodynamiczne związane ze spalaniem wysokoenergetycznych materiałów pędnych, warunki przepływu gazów przez dyszę silnika raketowego.</p> <p>Zadania obejmują projekt ładunku silnika raketowego na paliwo stałe oraz projekt dyszy.</p>

\*) 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-W04			X	X		
U01-U02			X	X		
K01-K02			X	X		

## FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z zadań projektowych

\*) 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	18			9		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2			2		h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	31					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	1,2					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	19					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	0,8					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	17					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	0,7					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	50					h
10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2					ECTS

## LITERATURA

1. S. Torecki – *Balistyka wewnętrzna silników raketowych na paliwo stałe*, WAT Warszawa 1989
2. S. Torecki – *Podstawy termodynamiczne balistyki wewnętrznej i silników raketowych*, WAT Warszawa 1986,
3. S. Wiśniewski – *Termodynamika techniczna*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1980
4. S. Torecki – *Silniki raketowe*, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984
5. H. Krier, M. Summerfield – *Interior Ballistics of Guns*, Vol. 66 *Progress in Astronautics and Aeronautics*, New York University, New York, 1981
6. G.M. Moss, D.W. Leeming, C.L. Farrar – *Military Ballistics*, Brassey's – London – Washington, 1995
7. L. HEGEL: *Encyklopedia materiałów wybuchowych*. WPW, Warszawa 1979
8. G.M. Moss, D.W. Leeming, C.L. Farrar – *Military Ballistics*, Brassey's – London – Washington, 1995