



IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	M#1-S2-MiBM-UiTI-211
Nazwa przedmiotu	Silniki rakietowe
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 stacjonarne
Zakres	uzbrojenie i techniki informatyczne
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Metaloznawstwa i Technologii Materiałowych
Koordinator 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	30			15	

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

*) 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
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	W	C	L	P	S	h
		30			15		
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	4			2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	51					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	2,0					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	24					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	1,0					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	75					h
10.	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	3					ECTS

LITERATURA

1. S. Torecki – *Balistyka wewnętrzna silników rakietowych na paliwo stałe*, WAT Warszawa 1989
2. S. Torecki – *Podstawy termodynamiczne balistyki wewnętrznej i silników rakietowych*, WAT Warszawa 1986,
3. S. Wiśniewski – *Termodynamika techniczna*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1980
4. S. Torecki – *Silniki rakietowe*, 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