

KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	Silniki raketowe
Nazwa modułu w języku angielskim	Rocket engine
Obowiązuje od roku akademickiego	2013/2014

A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Mechanika i Budowa Maszyn
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Stacjonarne
Specjalność	Mechanika i Budowa Maszyn
Jednostka prowadząca moduł	Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia
Koordinator modułu	Dr hab. inż. Sławomir Spadło, prof. PSk
Zatwierdził:	

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Kierunkowy
Status modułu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	drugi
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	semestr zimowy
Wymagania wstępne	Wiedza na temat mechaniki płynów, termochemii materiałów wysokoenergetycznych
Egzamin	nie
Liczba punktów ECTS	3

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	Projekt	projekt	inne
w semestrze	30	-	-	15	-

C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Cel modułu	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawami obliczeń gazodynamicznych i termodynamicznych silników raketowych oraz poznanie podstawowych zespołów konstrukcyjnych silników raketowych na paliwo stałe.
-------------------	--

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma wiedzę z zakresu fizyki umożliwiającą rozumienie zjawisk i procesów fizycznych zachodzących w silnikach raketowych na paliwo stałe	Wykład/ Projekt	KS_W01_UiTI	T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06 T2A_W07 InzA_W01 InzA_W02
W_02	Ma wiedzę w zakresie opisu matematycznego przemian fizykochemicznych związanych ze spalaniem wysokoenergetycznych materiałów pędnych.	Wykład/ Projekt	KS_W01_UiTI	T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06 T2A_W07 InzA_W01 InzA_W02
W_03	Ma wiedzę na temat istotnych elementów silników raketowych na paliwo stałe.	Wykład/ Projekt	KS_W01_UiTI	T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06 T2A_W07 InzA_W01 InzA_W02
W_04	Ma wiedzę teoretyczną oraz zna budowę i zasady działania sterowania siłą ciągu silników raketowych.	Wykład/ Projekt	KS_W01_UiTI	T2A_W04 T2A_W05 T2A_W06 T2A_W07 InzA_W01 InzA_W02
U_01	Potrafi obliczać istotne parametry zjawisk i procesów związanych ze spalaniem wysokoenergetycznych materiałów pędnych.	Wykład/ Projekt	KS_U03_UiTI	T2A_U10 T2A_U12 T2A_U18 T2A_U19 InzA_U07 InzA_U08
U_02	Potrafi ocenić społeczne, ekonomiczne, prawne i inne pozatechniczne skutki użytkowania materiałów wysokoenergetycznych.	Wykład/ Projekt	KS_U03_UiTI	T2A_U10 T2A_U12 T2A_U18 T2A_U19 InzA_U07 InzA_U08
K_01	Ma świadomość potrzeby uzupełniania wiedzy specjalistycznej przez całe życie i potrafi dobrać właściwe źródła wiedzy i metody uczenia dla siebie i innych.	Wykład/ Projekt	K_K01	T2A_K01 T2A_K03

Treści kształcenia:

1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Klasyfikacja napędów lotniczych	W_01 W_02 U_01 K_01
2,3	Podstawowe elementy konstrukcyjne i funkcjonalne silników raketowych na paliwo stałe (SRPS).	W_01 U_01

		K_01
4	Charakterystyka ładunków prochowych silników raketowych na paliwo stałe. Elementy sterowania wektorem ciągu.	W_03 U_01 U_02 K_01
5	Równanie Bernoulliego. Parametry spiętrzenia i krytyczne. Przepływ gazów przez dyszę.	W_04 U_01 U_02 K_01
6	Ciąg. Impuls całkowity oraz impuls jednostkowy ciągu. Wpływ impulsu na charakterystyki lotu rakiety.	W_04 U_01 U_02 K_01
7	Metodyka badań doświadczalnych charakterystyk energetyczno-balistycznych wysokoenergetycznych materiałów pędnych. Eksperymentalne wyznaczenie impulsu jednostkowego ciągu.	W_04 U_01 U_02 K_01
8	Prawo szybkości spalania stałego paliwa raketowego (SPR). Funkcja ciśnieniowa, temperaturowa i erozyjna.	W_01 W_02 W_03 W_04 U_01 U_02 K_01
9	Bilans masy gazów w komorze spalania SRPS. Problem główny balistyki wewnętrznej silników raketowych.	W_04 U_01 U_02 K_01
10	Samoregulacja ciśnienia w komorze spalania SRPS. Stabilna i niestabilna praca SRPS. Analiza wpływu różnorodnych czynników na pracę silnika raketowego	W_04 U_01 U_02 K_01
11	Budowa i zasada działania silników raketowych na paliwo ciekłe (SRPC). Podobieństwa i różnice pomiędzy SRPS a SRPC.	W_04 U_01 U_02 K_01
12	Tendencje rozwojowe przyszłościowych napędów raketowych pojazdów kosmicznych.	W_04 U_01 U_02 K_01
13	Cywilne zastosowania SRPS oraz SRPC	W_04 U_01 U_02 K_01
14	Procesy wewnątrzkomorowe w SRPC. Nagrzewanie komór spalania i dysz podczas pracy silnika raketowego. Ochrona cieplna.	W_04 U_01 U_02 K_01
15	Metodyka badań doświadczalnych podstawowych zespołów silnika raketowego na paliwo stałe.	W_04 U_01 U_02 K_01

2. Treści kształcenia w zakresie projektowania

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<i>Wyznaczanie charakterystyki fizyko-chemicznej wysokoenergetycznych materiałów pędnych.</i>	W_01 W_02 W_04 U_02 K_01 K_02
2	<i>Wyznaczanie charakterystyki powstawania gazów prochowych powstających w wyniku spalania wysokoenergetycznych materiałów pędnych.</i>	W_01 W_02 W_03 U_02 K_01 K_02
3	<i>Wyznaczanie charakterystyki powstawania gazów prochowych powstających w wyniku spalania wysokoenergetycznych materiałów pędnych. CD</i>	W_01 W_02 W_03 W_04 U_02 K_01 K_02
4	<i>Wyznaczanie parametrów przepływu gazów prochowych przez dyszę silnika raketowego na paliwo stałe</i>	W_01 W_04 U_02 K_01 K_02
5	<i>Wyznaczanie charakterystyk ciągu silnika raketowego na paliwo stałe</i>	W_01 W_04 U_02 K_01 K_02

3. Charakterystyka zadań projektowych

4. Charakterystyka zadań w ramach innych typów zajęć dydaktycznych

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.

Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia <i>(sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)</i>
W_01	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru
W_02	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru
W_03	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru
W_04	Sprawdzian podsumowujący na zakończenie semestru
U_01	Ocena realizacji zadań projektowych, udział w dyskusji w ramach zajęć projektowych, przeprowadzanie obliczeń, przygotowywanie dokumentacji projektowej,
U_02	Ocena realizacji zadań projektowych, udział w dyskusji w ramach zajęć projektowych, przeprowadzanie obliczeń, przygotowywanie dokumentacji projektowej,
K_01	Obserwacja studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusje w trakcie zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	30h
2	Udział w ćwiczeniach	0
3	Udział w laboratoriach	0
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	2h
5	Udział w zajęciach projektowych	15h
6	Konsultacje projektowe	1h
7	Udział w egzaminie	0
8		
9	Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	48h <i>(suma)</i>
10	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	1,6 ECTS
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	11h
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	0
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	8h
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	0
15	Wykonanie sprawozdań	0
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z Projekt	3
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	20h
18	Przygotowanie do egzaminu	0
19	Samodzielne wykonanie quizów	0
20	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	42h <i>(suma)</i>
21	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	1,4 ECTS
22	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	90h
23	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	3 ECTS
24	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	44h
25	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o	1,46ECTS

	charakterze praktycznym 1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta	
--	---	--

D. LITERATURA

Wykaz literatury	<p>Podstawowa:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. S. Torecki – <i>Balistyka wewnętrzna silników raketowych na paliwo stałe</i>, WAT Warszawa 1989 2. S. Torecki – <i>Podstawy termodynamiczne balistyki wewnętrznej i silników raketowych</i>, WAT Warszawa 1986, <p>Uzupełniająca:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. S. Wiśniewski – <i>Termodynamika techniczna</i>, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1980 2. S. Torecki – <i>Silniki raketowe</i>, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa 1984 3. H. Krier, M. Summerfield – <i>Interior Ballistics of Guns, Vol. 66 Progress in Astronautics and Aeronautics</i>, New York University, New York, 1981 4. G.M. Moss, D.W. Leeming, C.L. Farrar – <i>Military Ballistics</i>, Brassey's – London – Washington, 1995 5. L. HEGEL: <i>Encyklopedia materiałów wybuchowych</i>. WPW, Warszawa 1979 6. G.M. Moss, D.W. Leeming, C.L. Farrar – <i>Military Ballistics</i>, Brassey's – London – Washington, 1995
Witryna WWW modułu/przedmiotu	