

## Karta (sylabus) modułu/przedmiotu

### Mechanika i budowa maszyn (Nazwa kierunku studiów)

Studia Pierwszego Stopnia

<b>Przedmiot:</b>	Teoria silników lotniczych	Theory of Aircraft Engines
<b>Rok:III</b>		<b>Semestr:6</b>
M I S 3 6 59-6_0		
<b>Rodzaje zajęć i liczba godzin:</b>	<b>Studia stacjonarne</b>	<b>Studia niestacjonarne</b>
Wykład	15	
Ćwiczenia	-	
Laboratorium	-	
Projekt	15	
<b>Liczba punktów ECTS:</b>	2	

#### Cel przedmiotu

<b>C1</b>	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z zasadą działania silników lotniczych
<b>C2</b>	Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z budową, rozwiązaniami konstrukcyjnymi silników lotniczych

#### Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji

<b>1</b>	Odbyte zajęcia z przedmiotu Fizyka, Termodynamika, Podstawy Konstrukcji Maszyn, Wytrzymałość materiału, Materiałoznawstwo, Mechanika ogólna
----------	---

#### Efekty kształcenia

	<b>W zakresie wiedzy:</b>
<b>EK1</b>	Student zna rozwiązania konstrukcyjne stosowane w budowie silników lotniczych
	<b>W zakresie umiejętności:</b>
<b>EK2</b>	Student umie wyznaczyć charakterystyki silników lotniczych
	<b>W zakresie kompetencji społecznych:</b>
<b>EK3</b>	Ma świadomość postępowania w sposób profesjonalny i ponoszenia odpowiedzialności za własną pracę

#### Treści programowe przedmiotu

	<b>Forma zajęć - wykłady</b>	
	Treści programowe	Liczba godzin
<b>W1</b>	<b>Podstawy</b> Energia potencjalna, energia kinetyczna, prawa ruchu Newtona, obieg Braytona; Związek pomiędzy siłą, pracą, mocą, energią, prędkością, przyspieszeniem; Budowa i działanie silnika turboodrzutowego, silnika turbinowego dwuprzepływowego, turboshaft, silnika turbośmigłowego	1
<b>W2</b>	<b>Osiągi silnika</b> Całkowita siła ciągu, ciąg użyteczny, ciąg niedrożnej końcówki wylotowej, rozkład ciągu, ciąg wypadkowy, moc ciągu, równoważna moc na wale, jednostkowe zużycie paliwa; Sprawność silnika;	1

	<p>Stosunek natężenia przepływów i stosunek ciśnień w silniku;</p> <p>Ciśnienie, temperatura i prędkość przepływu gazu;</p> <p>Ocena silnika, ciąg statyczny, wpływ prędkości, wysokość, gorący klimat, ocena płaszczyzny, ograniczenia.</p> <p><b>Otwór wlotowy</b></p> <p>Kanały wlotowe w kompresorze</p> <p>Skutki różnych konfiguracji wlotu;</p> <p>Ochrona przed zamarzaniem.</p>	
<b>W3</b>	<p><b>Kompresory</b></p> <p>Typu osiowego i odśrodkowego;</p> <p>Cechy konstrukcyjne oraz zasady działania i zastosowania;</p> <p>Wyważenie wentylatora;</p> <p>Działanie systemu;</p> <p>Przyczyny i skutki przeciągania i skoku kompresora;</p> <p>Metody kontroli przepływu powietrza: zawory upustowe, zmienne kierownice wstępne, zmienne łopatki kierowniczy, rotacyjne łopatki kierownicze;</p> <p>Wskaźnik kompresora.</p> <p><b>Sekcja spalania</b></p> <p>Cechy konstrukcyjne oraz zasady działania.</p>	1
<b>W4</b>	<p><b>Sekcja turbinowa</b></p> <p>Działanie i charakterystyka różnych typów łopatek turbin;</p> <p>Łopátka mocowania dysku;</p> <p>Końcówka wylotowa łopatek kierujących;</p> <p>Przyczyny i skutki nacisku i przesuwu łopatki turbiny.</p>	1
<b>W5</b>	<p><b>Układ wydechowy</b></p> <p>Cechy konstrukcyjne oraz zasady działania;</p> <p>Dysze regulowane zbieżne i rozbieżne;</p> <p>Redukcja szumu silnika.</p> <p>Odwracacze ciągu.</p>	1
<b>W6</b>	<p><b>Łożyska i uszczelki</b></p> <p>Cechy konstrukcyjne oraz zasady działania.</p> <p><b>Smary i paliwa</b></p> <p>Właściwości i specyfikacje;</p> <p>Dodatki paliwowe;</p> <p>Środki ostrożności.</p> <p><b>Systemy smarowania</b></p> <p>Działanie systemu/układ i komponenty.</p>	1
<b>W7</b>	<p><b>Systemy paliwowe</b></p> <p>Działanie systemów sterowania silnika i odmierzania paliwa, włącznie z elektronicznym sterowaniem silnikiem (FADEC);</p> <p>Układ systemów i komponenty.</p>	1
<b>W8</b>	<p><b>Systemy lotnicze</b></p> <p>Działanie dystrybucji powietrza w silniku i systemów kontroli zamarzania, włącznie z wewnętrznym chłodzeniem, uszczelnieniem i</p>	2

	<p>zewnątrzną obsługą lotu.</p> <p><b>Układ startowy i zapłonowy</b>  Działanie systemów uruchomienia silnika i komponentów;  Systemy zapłonowe i komponenty;  Wymagania dotyczące bezpieczeństwa obsługi technicznej.</p> <p><b>Silnikowe systemy wskazania</b>  Temperatura gazów spalinowych /międzystopniowa temperatura turbiny  Wskazanie ciągu silnika: stosunek ciśnień w silniku, ciśnienie wylotowe turbiny silnika lub ciśnienie w rurze wylotowej silnika odrzutowego;  Ciśnienie i temperatura oleju;  Ciśnienie i przepływ paliwa;  Prędkość obrotowa silnika;  Pomiar i wskazanie wibracji;  Moment obrotowy;  Moc</p> <p><b>Systemy zwiększania mocy</b>  Działanie i zastosowania;  Wtrysk wody, wodny metanol;  Systemy dopalacza.</p>	
<b>W9</b>	<p><b>Silniki turbośmigłowe</b>  Sprzężony z gazem/wolna turbina i turbiny sprzężone z przekładnią;  Przekładnie redukcyjne;  Silnik zintegrowany i sterowanie śmigła;  Urządzenia zabezpieczające przed nadmierną prędkością</p>	1
<b>W10</b>	<p><b>Silniki turboshaft</b>  Ustalenia, systemy napędu, przekładnia redukcyjna, sprzęgła, systemy kontroli.</p>	1
<b>W11</b>	<p><b>Pomocnicze zespoły silnikowe (APU)</b>  Cel, działanie, systemy zabezpieczenia  Instalacja urządzenia napędowego  Konfiguracja zapór ogniowych, osłon, paneli akustycznych, łoża silnika, zawieszania antywibracyjnego, przewodów, rur, zasilaczy, łączników, wiązek kabli, linek sterowych, drążków sterujących, punktów podnoszenia i drenów</p> <p><b>Systemy ochrony przeciwpożarowej</b>  Działanie systemu wykrywania i gaszenia.</p>	1
<b>W12</b>	<p><b>Monitorowanie silnika i operacje naziemne</b>  Procedury startu i wznoszenia;  Interpretacja mocy wyjściowej silnika i parametrów  Monitorowanie kierunku (włącznie z analizą oleju, wibracją i wziernikiem optycznym);  Przegląd silnika i komponentów pod kątem kryteriów, tolerancji i danych określonych przez producenta silnika;  Mycie/czyszczenie kompresora;</p>	2

	Zniszczenie obcego obiektu	
<b>W13</b>	<b>Przechowywanie i konserwacja silnika</b> Konserwacja i brak konserwacji silnika i akcesoriów/układów	1
	Suma godzin:	15
<b>Forma zajęć – projekt</b>		
	Treści programowe	Liczba godzin
<b>P1</b>	Projekt komory sprężarki osiowej	15
	Suma godzin:	15

<b>Metody i środki dydaktyczne</b>	
<b>1</b>	Wykład konwencjonalny
<b>2</b>	Wykład multimedialny
<b>3</b>	Program do modelowania 3D
<b>4</b>	Dyskusja

<b>Sposoby oceniania</b>	
Ocenianie kształtujące	
<b>F1</b>	Podręczniki, normy, katalogi i inne pomocnicze materiały dydaktyczne
Ocenianie podsumowujące	
<b>P1</b>	Forma uzyskania zaliczenia: zaliczenie pisemne na podstawie pozytywnej oceny z kolokwium.
<b>P2</b>	Forma uzyskania zaliczenia: Uzyskanie pozytywnych ocen z realizacji zadań projektowych, oddanie projektu.

<b>Obciążenie pracą studenta</b>	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na realizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze	30
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji – łączna liczba godzin w semestrze	1
Przygotowanie się do zajęć projektowych – łączna liczba godzin w semestrze	15
Przygotowanie się do sprawdzianów pisemnych – łączna liczba godzin w semestrze	5
Suma	51
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu	2

<b>Literatura podstawowa i uzupełniająca</b>	
<b>1</b>	Dzierżanowski P i in. Turbinowe silniki odrzutowe, WKŁ Warszawa 1983,
<b>2</b>	Gajewski T. i in. Przepływowe silniki odrzutowe, WNT, Warszawa 1973
<b>3</b>	Cichosz E. i in. Charakterystyki i zastosowanie napędów, WKŁ, Warszawa 1980
<b>4</b>	Dzierżanowski P. i in. Turbinowe silniki śmigłowe i śmigłowcowe, WKŁ Warszawa 1985
<b>5</b>	Dzierżanowski P. i in. Silniki tłokowe, WKŁ Warszawa 1981
<b>6</b>	Werner J, Wajand J. Silniki spalinowe małej i średniej mocy, WNT, Warszawa 1983

7	Borodzik F, Budowa silnika, WKŁ, Warszawa 1973
8	Orkisz M. Wybrane zagadnienia z teorii turbinowych silników odrzutowych, Instytut Technologii Eksploatacji, Radom 1995
9	Golec K. Silniki przepływowe, Polit. Krakowska, Kraków 1999
10	Muszyński M. Orkisz M. Modelowanie turbinowych silników odrzutowych, Instytut Lotnictwa, Warszawa 1997

Macierz efektów kształcenia						
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)		Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody i środki dydaktyczne	Sposoby oceniania
<b>EK1</b>	MBM1A_W04 MBM1A_W05 MBM1A_U01	++ ++ +	(C1,)	(W1÷W13, P1)	(1,2,4)	(F1,P1)
<b>EK2</b>	MBM1A_U01 MBM1A_U10 MBM1A_U12	++ +++ +++	(C2)	(W1÷W13, P1)	(3)	(F1,P2)
<b>EK3</b>	MBM1A_K01 MBM1A_K03 MBM1A_K05	+++ ++ ++	(C1,C2)	(W1÷W13, P1)	(1,2,3,4)	(F1,P1,P2)

Formy oceny - szczegóły						
	Na ocenę 2 (ndst)	Na ocenę 3 (dst)	Na ocenę 3+ (dst+)	Na ocenę 4 (db)	Na ocenę 4+ (db+)	Na ocenę 5 (bdb)
<b>EK1</b>	Nie zna rozwiązania konstrukcyjnych stosowanych w budowie silników lotniczych	Zna podstawowe rozwiązania konstrukcyjne stosowane w budowie silników lotniczych	Zna podstawowe rozwiązania konstrukcyjne stosowane w budowie silników lotniczych i je scharakteryzować	Zna rozwiązania konstrukcyjne stosowane w budowie silników lotniczych i je scharakteryzować	Zna rozwiązania konstrukcyjne stosowane w budowie silników lotniczych i je scharakteryzować oraz wskazać kierunki postępowania przy wyborze	Zna rozwiązania konstrukcyjne stosowane w budowie silników lotniczych i je scharakteryzować oraz wskazać nowe kierunki rozwoju
<b>EK2</b>	Nie potrafi wyznaczyć charakterystyk silnika	Potrafi wyznaczyć nieliczne charakterystyki silnika	Potrafi wyznaczyć nieliczne charakterystyki silnika i jedną scharakteryzować	Potrafi wyznaczyć charakterystyki silnika i je scharakteryzować	Potrafi wyznaczyć, obliczyć charakterystyki silnika i je scharakteryzować	Potrafi wyznaczyć, obliczyć charakterystyki silnika i je scharakteryzować oraz dokonać ich analizy
<b>EK3</b>	Nie przygotowuje się do	Przygotowuje się do zajęć	Przygotowuje się do zajęć	Dobrze przygotowuje się	Dobrze przygotowuje się	Bardzo dobrze przygotowuje

	zajęć, nie wykonuje samodzielnych prac w trakcie zajęć, korzysta z wyników innych osób.	w stopniu minimalnym, stara się pracować samodzielnie na zajęciach oraz przestrzegać obowiązujących norm.	w stopniu zadowalającym stara się pracować samodzielnie na zajęciach oraz przestrzegać obowiązujących norm.	do zajęć, pracuje samodzielnie na zajęciach, przestrzega obowiązujących norm.	do zajęć, pracuje samodzielnie na zajęciach dobrze wykorzystując czas, przestrzega wszystkich obowiązujących norm.	się do zajęć, pracuje samodzielnie na zajęciach bardzo dobrze wykorzystując czas, przestrzega wszystkich obowiązujących norm.
--	---	---	---	---	--	---

<b>Autor programu:</b>	Bartłomiej Kostowski
<b>Adres e-mail:</b>	bkostowski@pwsz.chelm.pl
<b>Jednostka organizacyjna:</b>	Instytut Nauk Technicznych i Lotnictwa PWSZ w Chełmie

