

WYDZIAŁ MECHANICZNO-ENERGETYCZNY

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim	Badanie napędów lotniczych
Nazwa w języku angielskim	Testing of aircraft propulsion systems
Kierunek studiów (jeśli dotyczy)	Lotnictwo i kosmonautyka
Specjalność (jeśli dotyczy)	Napędy i płatowce
Poziom i forma studiów:	I stopień, stacjonarna
Rodzaj przedmiotu:	wybieralny/specjalnościowy
Kod przedmiotu	LSN110062
Grupa kursów	NIE

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15		15		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30		30		
Forma zaliczenia	zaliczenie na ocenę		zaliczenie na ocenę		
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	1		1		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)	0		1		
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego udziału nauczycieli lub innych osób prowadzących zajęcia (BU)	0,5		0,75		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza i umiejętności z zakresu termodynamiki, mechaniki płynów, teorii napędów lotniczych, spalania paliw, technik eksperymentu
2. Znajomość budowy i eksploatacji współczesnych silników tłokowych i odrzutowych stosowanych w lotnictwie
3. Znajomość zasad BHP obowiązujących podczas obsługi sprzętu lotniczego oraz organizacji pracy w przemyśle lotniczym

CELE PRZEDMIOTU

C1 – Utrwalenie wiedzy z zakresu klasyfikacji i ogólnej charakterystyki lotniczych zespołów napędowych

- C2 – Utrwalenie wiedzy z zakresu rozwiązań konstrukcyjnych i działania lotniczych zespołów napędowych
- C3 – Zapoznanie się z rolą oraz ze specyfiką i zakresem badań współczesnych napędów lotniczych, poznanie zasad BHP oraz przepisów organizacyjnych i prawnych
- C4 – Utrwalenie wiedzy z zakresu materiałów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych wykorzystywanych we współczesnych napędach lotniczych
- C5 – Zapoznanie się z procedurą przygotowania silnika do testów, wykonania prób oraz konserwacji silnika lotniczego
- C6 – Zapoznanie się ze specyfiką funkcjonowania współczesnego przedsiębiorstwa zajmującego się serwisowaniem napędów lotniczych, poznanie stosowanych w nich technik i technologii
- C7 - Wyrobienie umiejętności wyznaczania wartości podstawowych parametrów pracy i osiągow silników turbinowych i ich zespołów z wykorzystaniem testów stanowiskowych oraz symulacji numerycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

WIEDZA

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEU_W01 – opisać rolę i specyfikę badań i przeglądów napędów lotniczych stosowanych we współczesnym lotnictwie cywilnym i wojskowym
- PEU_W02 – opisać identyfikowane wielkości fizyczne oraz stosowaną aparaturę podczas testów współczesnych napędów lotniczych (z uwzględnieniem ich konstrukcji), znać lub identyfikować zakres spotykanych wartości w przypadku każdej z ocenianych wielkości
- PEU_W03 – opisać stosowane we współczesnych silnikach lotniczych materiały konstrukcyjne i eksploatacyjne, znać najważniejsze ich parametry związane z bezpieczną eksploatacją napędów lotniczych
- PEU_W04 – opisać lub zaproponować procedurę obejmującą przygotowanie wybranego silnika lotniczego do badań, przeprowadzenie badań oraz podjęcie prac związanych z konserwacją badanej jednostki napędowej – z uwzględnieniem przepisów BHP oraz obowiązujących wymagań prawnych
- PEU_W05 – omówić funkcjonowanie przykładowego przedsiębiorstwa zajmującego się badaniem lub serwisowaniem napędów lotniczych, znać stosowane w jego obrębie techniki i technologie związane z serwisowaniem i prowadzeniem prób silników
- PEU_W06 – określić specyfikę oraz zakres prac związanych z badaniem napędów lotniczych w różnej skali technicznej, identyfikować obiekt jakim jest silnik lotniczy – z uwzględnieniem jego mocy, gabarytów, dostępności aparatury itd.

UMIEJĘTNOŚCI

W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie:

- PEU_U01 – zaprojektować i przeprowadzić badania obejmujące identyfikację wybranych właściwości paliw i innych materiałów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych stosowanych w napędach lotniczych
- PEU_U02 – zaprojektować i przeprowadzić podstawowe badania napędów lotniczych w skali laboratoryjnej
- PEU_U03 – identyfikować charakterystyki pracy oraz przewidywane wartości najważniejszych wielkości fizycznych wybranych napędów lotniczych z wykorzystaniem symulacji numerycznych i komputerowych

PEU_U04 – projektować program testów i badań współczesnych napędów lotniczych - z uwzględnieniem konstrukcji danego silnika, skali prób, dostępnej aparatury itd.

PEU_U05 – przestrzegać zasad BHP oraz przepisów związanych z obsługą aparatury pomiarowej oraz badanych obiektów

TREŚCI PROGRAMOWE		
Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Przegląd współczesnych napędów lotniczych, kierunki zmian w konstrukcji silników turboodrzutowych i tłokowych, rola silnika na statku powietrznym	2
Wy2	Rola badań i przeglądów napędów lotniczych we współczesnym lotnictwie wojskowym i cywilnym, podstawy prawne	2
Wy3	Identyfikacja wielkości fizycznych badanych podczas prób silników lotniczych, zakres badań wybranych konstrukcji napędów lotniczych (turboodrzutowych oraz tłokowych), przepisy BHP	2
Wy4	Materiały konstrukcyjne i eksploatacyjne stosowane we współczesnych napędach lotniczych, badania pod kątem ich wykorzystania w silnikach lotniczych	2
Wy5	Przygotowanie napędów lotniczych do badań – metodologia	2
Wy6	Próby i konserwacja zespołów napędowych - metodologia	2
Wy7	Organizacja współczesnego przedsiębiorstwa zajmującego się serwisowaniem napędów lotniczych	2
Wy8	Kolokwium zaliczeniowe	1
	Suma godzin	15
Forma zajęć - laboratorium		Liczba godzin
La1	Szkolenie BHP, wprowadzenie do zajęć	1
La2	Badanie jakości paliwa lotniczego oraz smarów i olejów wykorzystywanych w napędach lotniczych	2
La3	Badania stanowiskowe jednoprzepływowego turboodrzutowego silnika lotniczego	2
La4	Badania stanowiskowe tłokowego silnika lotniczego	2
La5	Diagnostyka parametryczna dwuprzepływowych turboodrzutowych silników lotniczych	2
La6	Identyfikacja charakterystyk silników turboodrzutowych	2
La7	Optymalizacja wybranych elementów silników lotniczych z wykorzystaniem symulacji numerycznych	2
La8	Zajęcia dodatkowe, zajęcia odrobkowe, zaliczenie kursu	2
	Suma godzin	15

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE
N1. Wykład tradycyjny (informacyjny lub problemowy) z wykorzystaniem prezentacji multimedialnej
N2. Praca własna – samodzielne studia literaturowe z wykorzystaniem m.in. dostępnych materiałów internetowych oraz wskazanej literatury
N3. Krótkie sprawdziany pisemne lub ustne przed każdym ćwiczeniem laboratoryjnym,

przygotowanie samodzielne do ćwiczeń laboratoryjnych, przygotowanie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych, dyskusja nad doświadczeniem

N4. Konsultacje (zdalne lub stacjonarne)

N5. Wizyty studyjne w przedsiębiorstwach zajmujących się serwisowaniem napędów lotniczych, spotkania z przedstawicielami wspomnianych firm.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu uczenia się	Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się
WYKŁAD		
P	PEU_W01 ÷ PEU_W06	kolokwium pisemno-ustne na koniec semestru
LABORATORIUM		
F1	PEU_U01 ÷ PEU_U05	odpowiedzi ustne, krótkie sprawdziany pisemne (La2÷La7 – 6 ocen)
F2	PEU_U01 ÷ PEU_U05	oceny za sporządzone sprawozdania z wykonanych prac (La2÷La7 – 6 ocen)
$P = \Sigma(F1_i + 2 \cdot F2_i) / 18$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

- [1] Balicki W. i inni: *Historia i perspektywy rozwoju napędów lotniczych*. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2005
- [2] Balicki W. i inni: *Lotnicze silniki turbinowe. Konstrukcja – eksploatacja – diagnostyka. Część 1*. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2010
- [3] Balicki W. i inni: *Lotnicze silniki turbinowe. Konstrukcja – eksploatacja – diagnostyka. Część 2*. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2012
- [4] Dzierżanowski P. i inni: *Turbinowe silniki odrzutowe*. WKŁ, Warszawa 1983
- [5] Dzygadlo Z. i inni: *Zespoły wirnikowe silników turbinowych*. WKŁ, Warszawa 1982
- [6] Jeż M.: *Silniki spalinowe: zasady działania i zastosowania*. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2003
- [7] Borodzik F.: *Budowa silnika*. WKŁ, Warszawa 1973
- [8] Cichosz E. i inni: *Charakterystyka i zastosowanie napędów*. WKŁ, Warszawa 1980
- [9] Dzierżanowski P. i inni: *Silniki tłokowe*. WKŁ, Warszawa 1981
- [10] Luft S.: *Podstawy budowy silników*. WKŁ, Warszawa 2006
- [11] Dzierżanowski P. i inni: *Turbinowe silniki śmigłowe i śmigłowcowe*. WKŁ, Warszawa 1985
- [12] Torecki S.: *Silniki rakietowe*. WKŁ, Warszawa 1984

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

- [1] Dzierżanowski P. i inni: *Konstrukcja silników lotniczych. Projektowanie przejściowe i dyplomowe*. WAT, Warszawa 1972
- [2] Dzierżanowski P. i inni: *Turbinowe silniki śmigłowe i śmigłowcowe*. WKŁ, Warszawa 1985
- [3] Cichosz E. i inni: *Charakterystyka i zastosowanie napędów*. WKŁ, Warszawa 1980
- [4] Farokhi, S.: *Aircraft propulsion*. John Wiley & Sons, Hoboken 2008
- [5] Gajewski T. i inni: *Przepływowe silniki odrzutowe*. WNT, Warszawa 1973.
- [6] Gieras M.: *Komory spalania silników turbinowych. Organizacja procesu spalania*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010

- [7] Oates G.C. i inni: *Aircraft propulsion systems technology and design*. AIAA Education Series, Washington, DC, 1989
- [8] Mattingly J.D. i inni: *Aircraft Engine Design. Third Edition*. AIAA, 2018
- [9] Wild T.W.: *Aircraft Powerplants. Ninth Edition*. McGraw-Hill, 2018
- [10] Jędrzejowski J.: *Obliczanie tłokowego silnika spalinowego*. WNT, Warszawa 1988
- [11] Jeż M.: *Dynamika silnika tłokowego: zagadnienia wybrane*. Wydawnictwa Naukowe Instytutu Lotnictwa, Warszawa 2003
- [12] Niewiarowski K.: *Tłokowe silniki spalinowe - Tom 1, Tom 2*. WKŁ, Warszawa 1983
- [13] Wajand J.A., Wajand J.T.: *Tłokowe silniki spalinowe*. WNT, Warszawa 2000
- [14] Wajand J.A., Wajand J.T.: *Tłokowe silniki spalinowe średnio- i szybkoobrotowe*. WNT, Warszawa 2005
- [15] El-Sayed A.: *Aircraft propulsion and gas turbine engines*. CRC Press/Taylor & Francis Group, cop. 2008

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Maciej Cholewiński (maciej.cholewinski@pwr.edu.pl)