

Karta (sylabus) przedmiotu
Mechanika i Budowa Maszyn
 Studia II stopnia

Przedmiot:	<i>Silniki lotnicze</i>
Rodzaj przedmiotu:	<i>Podstawowy</i>
Kod przedmiotu:	<i>MBM 2 S 1 2 18-0_1</i>
Rok:	<i>1</i>
Semestr:	<i>2</i>
Forma studiów:	<i>Studia stacjonarne</i>
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	<i>45</i>
Wykład	<i>30</i>
Ćwiczenia	<i>15</i>
Laboratorium	
Projekt	
Liczba punktów ECTS:	<i>4</i>
Sposób zaliczenia:	<i>Egzamin z wykładu/zaliczenie z ćwiczeń</i>
Język wykładowy:	<i>Język polski</i>

Cel przedmiotu	
C1	Przekazanie ogólnej wiedzy dotyczącej silników spalinowych stosowanych w zespołach napędowych statków powietrznych. Rola lotniczych zespołów napędowych.
C2	Przekazanie poszerzonej wiedzy dotyczącej spalania paliw w spalinowych silnikach lotniczych.
C3	Przekazanie poszerzonej wiedzy dotyczącej teorii i praktyki działania tłokowych silników lotniczych, a także poszerzonej wiedzy o podstawowych charakterystykach lotniczych silników tłokowych o ZI i o ZS. Przekazanie poszerzonej wiedzy o budowie i konstrukcji tłokowych silników lotniczych.
C4	Przekazanie poszerzonej wiedzy dotyczącej teorii i praktyki działania turbinowych silników lotniczych. Podział silników turbinowych, w tym silników do napędu śmigłowców.
C5	Przekazanie poszerzonej wiedzy z zakresu podstawowych charakterystyk działania silników turbinowych, szczególnie do napędu śmigłowców.
C6	Przekazanie podstawowej wiedzy o działaniu podstawowych podzespołów silników turbinowych, sprężarek, komór spalania, turbin i kanałów wylotu spalin.
C7	Przekazanie poszerzonej wiedzy o współpracy turbinowego silnika z oddzielną turbiną napędową z wirnikiem nośnym śmigłowca.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
	Wiedza
1	Termodynamika – wiedza z zakresu przemian otwartych i silnikowych obiegów termodynamicznych.
2	Mechanika płynów – wiedza w zakresie poddźwiękowych i naddźwiękowych przepływów gazów w kanałach nieruchomych i ruchomych.
3	Mechanika ogólna – wiedza w zakresie kinematyki i dynamiki układów wykonujących ruchy posuwisto-zwrotne oraz ruchy obrotowe.
	Umiejętności
4	Informatyka – umiejętności z zakresu komputerowych technik obliczeniowych.
5	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę
6	Potrafi pozyskiwać informację z literatury

Efekty kształcenia	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Student ma podstawową wiedzę o zespołach napędowych statków powietrznych, roli lotniczych silników w tych zespołach, a także wiedzę o klasyfikacji spalinowych silników lotniczych.
EK 2	Student ma poszerzoną wiedzę o spalaniu paliw lotniczych w silnikach stosowanych do napędu statków powietrznych.
EK 3	Student ma poszerzoną wiedzę dotyczącą teorii i praktyki działania tłokowych silników lotniczych.
EK4	Student ma poszerzoną wiedzę dotyczącą teorii i praktyki działania turbinowych silników lotniczych, w tym o teorii i praktyce działania głównych podzespołów tych silników.
EK5	Student ma poszerzoną wiedzę o śmigłowcowych silnikach turbinowych, szczególnie z oddzielnymi turbinami napędowymi i współpracy tych silników z wirnikami nośnymi śmigłowców.
	W zakresie umiejętności:
EK6	Student potrafi wstępnie dobrać rodzaj silnika do zespołu napędowego statku powietrznego, w tym do napędu śmigłowca.
EK7	Student potrafi obliczyć zapotrzebowanie ilości paliwa do napędu silnika lotniczego napędzającego określony statek powietrzny.
EK8	Student potrafi opracować uproszczony algorytm opisujący działanie lotniczego silnika tłokowego w warunkach obliczeniowych i na tej podstawie wykonać obliczenia symulujące działanie silnika napędzającego określony statek powietrzny, szczególnie śmigłowiec.
EK9	Student potrafi opracować uproszczony algorytm opisujący działanie lotniczego silnika turbinowego w warunkach obliczeniowych i na tej podstawie wykonać obliczenia symulujące działanie silnika napędzającego określony statek powietrzny, szczególnie opisujący działanie lotniczego silnika

	turbinowego z oddzielną turbiną napędową w warunkach obliczeniowych i na tej podstawie wykonać obliczenia symulujące działanie silnika napędzającego określony śmigłowiec.
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK10	Student posiada i rozumie potrzebę ciągłego kształcenia.
EK11	Student wykazuje krytycyzm w wyrażaniu opinii, ale jednocześnie w trakcie dyskusji potrafi bronić swoich racji.
EK12	Student potrafi pracować w zespole, w tym w zespole badawczym i wykazuje obowiązkowość w realizacji zadań.

Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć – wykłady	
	Treści programowe
W1-2	Wiadomości wstępne dotyczące napędów lotniczych. Rodzaje silników stosowanych w napędach lotniczych. Podstawowa klasyfikacja silników lotniczych. Warunki eksploatacji statków powietrznych i silników. Podstawowe wskaźniki charakteryzujące działanie lotniczych silników tłokowych i turbinowych.
W3-4	Spalanie paliw w silnikach. Rodzaje i charakterystyczne cechy paliw lotniczych. Zapotrzebowanie powietrza do spalania. Współczynnik nadmiaru powietrza. Cechy spalania w silnikach tłokowych i silnikach turbinowych. Spalanie deflagacyjne i detonacyjne.
W5	Tłokowe silniki lotnicze i ich klasyfikacja ze względu na budowę i przeznaczenie.
W6-7	Obieg termodynamiczny silnika o ZI. Przebiegi procesów rzeczywistych w silniku i podstawowe parametry działania silnika. Układ rozrządu i jego rola. Wykresy przebiegu: zamknięty i otwarty. Podstawowe charakterystyki silnika tłokowego o ZI. Algorytm obliczeń parametrów działania silnika. Budowa podstawowych układów silnika: korbowo – tłokowego, zapłonu, rozrządu i kadłuba. Sposoby mocowania silników w strukturach konstrukcyjnych śmigłowców.
W8	Lotnicze silniki turbinowe i ich klasyfikacja ze względu na budowę i przeznaczenie. Turbinowe silniki do napędu śmigłowców.
W9-10	Obieg termodynamiczny Joule'a – Braytona. Przebieg rzeczywisty turbinowego silnika śmigłowcowego z turbiną wytwornicowo – napędową i silnika z oddzielną turbiną napędową. Procesy termodynamiczne i przepływowe w trakcie przepływowym silnika z oddzielną turbiną napędową.
W11	Podstawowe charakterystyki turbinowego silnika śmigłowcowego. Charakterystyka wysokościowa.
W12	Reakcyjny stopień sprężarki osiowej i stopień sprężarki osiowo –

	promieniowej. Sprężarka wielostopniowa i jej budowa.
W13	Stopień osiowej turbiny spalinowej, reakcyjnej. Turbina wielostopniowa i jej budowa.
W14	Algorytm podstawowych obliczeń gazo-dynamicznych traktu przepływowego i osiągow silnika z oddzielną turbiną napędową.
W15	Współpraca silnika z przekładnią główną śmigłowca. Budowa silnika z oddzielną turbiną napędową i jego agregatów pomocniczych: rozruchowo – zapłonowego, paliwowego, smarowania, chłodzenia oleju silnikowego. Sposoby mocowania silników na pokładach śmigłowców. Współpraca silnika z wirnikiem nośnym śmigłowca.
Forma zajęć – ćwiczenia	
	Treści programowe
ĆW1	Wprowadzenie w tematykę ćwiczeń rachunkowych.
ĆW2-3	Obliczenia cieplne obiegu wzorcowego silnika tłokowego z zapłonem iskrowym.
ĆW4-6	Obliczenia cieplne przebiegu procesów w tłokowym silniku rzeczywistym.
ĆW7-8	Obliczenia cieplne obiegu wzorcowego Joula'a – Braytona silnika turbinowego śmigłowca.
ĆW9-12	Obliczenia cieplne przebiegu procesów w silniku z oddzielną turbiną napędową.
ĆW13-14	Obliczenia wstępne dotyczące doboru silnika turbinowego dla śmigłowca o określonej charakterystyce, masie startowej, pułapie operacyjnym.
ĆW15	Zaliczenie

Metody dydaktyczne	
1	Wykład prowadzony metodą informacyjną z uwzględnieniem problemów obliczeniowych i przy wykorzystaniu technik audiowizualnych
2	Ćwiczenia stanowią rachunkową ilustrację wykładów i dotyczą wybranych zagadnień obliczeniowych.

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	
<i>realizowane w formie zajęć wykładowych</i>	30
<i>realizowane w formie zajęć ćwiczeniowych</i>	15
<i>realizowane w formie egzaminu</i>	2
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do wykładów</i>	1
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do ćwiczeń</i>	1

Praca własna studenta, w tym:	
<i>Praca własna – przygotowanie się do ćwiczeń</i>	25
<i>Przygotowanie się do egzaminu</i>	26
Łączny czas pracy studenta	51
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu:	4
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym	

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
1	Antas S., Wolański P.: Obliczenia termogazodynamiczne lotniczych silników turbinowych. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1989.
2	Cichosz E. i inni: Charakterystyka i zastosowanie napędów. WKiŁ, Warszawa 1980.
3	Dzierżanowski P. i inni: Silniki tłokowe. WKŁ, Warszawa 1981.
4	Dzierżanowski P. i inni: Turbinowe silniki śmigłowe i śmigłowcowe. WKiŁ, Warszawa 1985.
5	Górska K., Górski W.: Materiały pędne i smary. WKiŁ, Warszawa 1986.
6	Maslennikow M.M. i inni: Gazoturbinnyje dwigatieli dla wiertoletow, Masz. Moskwa 1969.
7	Dźygadło Z. i inni – Zespoły wirnikowe silników turbinowych. WKiŁ, Warszawa 1982
	Literatura uzupełniająca
8	Wójcicki S.: Spalanie. WNT, Warszawa 1969
9	Chodkiewicz R.: Ćwiczenia projektowe z turbin ciepłych. WNT, Warszawa 2008
10	Szücs E.: Modelowanie matematyczne w fizyce i technice. WNT, Warszawa 1977
11	Orzechowski Z., Prywer J.: Rozpylanie cieczy w urządzeniach energetycznych. WNT, Warszawa 1994.
12	Kowalewicz A.: Podstawy procesów spalania. WNT, Warszawa 2000.
13	Orkisz M.: Podstawy doboru turbinowych silników odrzutowych do płatowca. Biblioteka Naukowa ILoT, Warszawa 2002
14	Cholszewnikow N.: Tieorije i razcziet awijacijonnych łopatocznych maszin. Wyd. Maszynostrojenije, Moskwa 1970.

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Metoda oceny
EK 1	MBM2A-W08 ++	[C1]	[W1]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 2	MBM2A-W02 ++	[C2]	[W2]	[1]	[O1,O2]
EK 3	MBM2A-W02 ++	[C3]	[W3, W4, ĆW2, ĆW3]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 4	MBM2A-W02 ++	[C4, C5, C6]	[W5, W6, W7, W8, W9, W10, ĆW4]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 5	MBM2A-W08 ++	[C4, C5, C6, C7]	[W11, ĆW5]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 6	MBM2A-U18 ++	[C1]	[W1]	[1]	[O1,O2]
EK 7	MBM2A-U18 ++	[C2]	[W2]	[1]	[O1,O2]
EK 8	MBM2A-U18 ++	[C3]	[W3, W4, ĆW2, ĆW3]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 9	MBM2A-U18 ++	[C4, C5, C6]	[W5, W6, W7, W8, W9, W10, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 10	MBM2A-K01 ++	[C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, ĆW1, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 11	MBM2A-K06 ++	[C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8,	[1, 2]	[O1,O2]

			W9, W10, W11, ĆW1, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]		
EK 12	MBM2A-K03 ++	[C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, W9, W10, W11, ĆW1, ĆW2, ĆW3, ĆW4, ĆW5, ĆW6]	[1, 2]	[O1,O2]

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	Zaliczenie pisemne ćwiczeń – dwa kolokwia. Ocena końcowa jest średnią z obydwu kolokwiów.	60%
O2	<i>Egzamin pisemny. (W przypadku wątpliwości co do wyniku egzaminu pisemnego egzamin ustny)</i>	60%

Autor programu:	dr inż. Tomasz Łusiak
Adres e-mail:	wm.ktmp@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych