

Teoria silników lotniczych

Podstawowe informacje o zajęciach

Cykl kształcenia: **2020/2021**

Nazwa jednostki prowadzącej studia: **Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa**

Nazwa kierunku studiów: **Lotnictwo i kosmonautyka**

Obszar kształcenia: **nauki techniczne**

Profil studiów: **ogólnoakademicki**

Poziom studiów: **pierwszego stopnia**

Forma studiów: **stacjonarne**

Specjalności na kierunku: **Awionika, Pilotaż, Płatowce, Silniki lotnicze**

Tytuł otrzymywany po ukończeniu studiów: **inżynier**

Nazwa jednostki prowadzącej zajęcia: **Katedra Inżynierii Lotniczej i Kosmicznej**

Kod zajęć: **681**

Status zajęć: **obowiązkowy dla programu Silniki lotnicze**

Układ zajęć w planie studiów: **sem: 5 / W30 C15 L15 / 5 ECTS / E**

Język wykładowy: **polski**

Imię i nazwisko koordynatora: **dr inż. Robert Jakubowski**

Terminy konsultacji koordynatora: **podane na stronie: <https://robert-jakubowski.v.prz.edu.pl/>**

Cel kształcenia i wykaz literatury

Główny cel kształcenia: **Pozyskanie przez studenta wiedzy z zakresu procesów gazodynamicznych występujących w turbinowych silnikach lotniczych oraz ich związków z jego charakterystykami użytkowymi**

Ogólne informacje o zajęciach: **W ramach modułu realizowane są zagadnienia dotyczące procesów termodynamicznych i przepływowych występujących w różnych typach turbinowych silnikach lotniczych, związków pomiędzy parametrami termogazodynamicznymi i osiągami silnika oraz prezentacja i porównanie charakterystyk różnych typów silników turbinowych**

Materiały dydaktyczne: **www.jakubowski-robert.sd.prz.edu.pl**

Wykaz literatury, wymaganej do zaliczenia zajęć

Literatura wykorzystywana podczas zajęć wykładowych

1	Mattingly J. D., Heiser W. H., Daley D. H.	Aircraft engine design	AIAA Education Series.	2004
2	Ahmed F. El-Sayed	Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engine	Taylor & Francis Inc, .	2017
3	Mattingly J.D.		Elements of Propulsion: Gas Turbines and Rockets.	

Literatura wykorzystywana podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/innych

1	Ahmed F. El-Sayed	Aircraft Propulsion and Gas Turbine Engine	Taylor & Francis Inc, .	2017
2	Sforza, Pasquale M.	Theory of aerospace propulsion	Oxford : Butterworth, 2012..	2012

Literatura do samodzielnego studiowania

1	Cichosz E. i in	Charakterystyka i zastosowanie napędów	WKŁ Warszawa.	1980
2	Oates G. C.	Aerothermodynamics of Aircraft Engine Components	AIAA Education Series.	2000
3	Gajewski T., Lesikiewicz L., Szymanik A.	Przepływowe silniki odrzutowe	WNT Warszawa.	1978
4	Dzierżanowski i in.	Turbinowe silniki odrzutowe	WKŁ Warszawa.	1983

Wymagania wstępne w kategorii wiedzy/umiejętności/kompetencji społecznych

Wymagania formalne: **uprawnienia do studiowania na szóstym semestrze studiów inżynierskich na specjalności silniki lotnicze**

Wymagania wstępne w kategorii Wiedzy: **Wiedza równoważna zakresowi wiedzy objętej przedmiotami termodynamika, mechanika płynów, silniki lotnicze i kosmiczne.**

Wymagania wstępne w kategorii Umiejętności: **Umiejętność rozwiązywania zagadnień z zakresu przemian termodynamicznych i przepływu gazów.**

Wymagania wstępne w kategorii Kompetencji społecznych: **Znajomość programu Excel.**

Efekty kształcenia dla zajęć

MEK	Student, który zaliczył zajęcia	Formy zajęć/metody dydaktyczne prowadzące do osiągnięcia danego efektu kształcenia	Metody weryfikacji każdego z wymienionych efektów kształcenia	Związki z KEK	Związki z PRK
01	posiadał wiedzę odnośnie wykorzystania formuł z zakresu termodynamiki i przepływu do opisu zjawisk termogazodynamicznych występujących w silnikach turbinowych	wykład	egzamin	K_W07++ K_U01++	P6S_UW P6S_WG
02	Posiadał wiedzę z zakresu osiągnięć różnych typów silników, ich związków z parametrami obiegu silnikowego oraz stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych w zależności od przeznaczenia silnika	wykład	egzamin	K_W09+++ K_U03+++	P6S_UO P6S_WG
03	Umiejętność samodzielnej pracy w zakresie poszukiwania informacji o silnikach, opracowywania danych odnośnie silników, porównywania wyników i formułowania wniosków	laboratorium	projekt	K_U01++	P6S_UW
04	Potrafi samodzielnie rozwiązać postawiony problem obliczeniowy z zakresu obliczeń termogazodynamicznych turbinowego silnika lotniczego, opracować proces wykonywania obliczeń, oraz raport	laboratorium, ćwiczenia rachunkowe	sprawozdanie z laboratorium, kolokwium	K_W09+++ K_K02++	P6S_KR P6S_WG
05	Umiejętność sporządzenia algorytmu obliczeń wybranego rozwiązania konstrukcyjnego silnika turbinowego oraz przygotowanie obliczeń w wybranym środowisku (EXEL, Matcad itp.)	projekt indywidualny	prezentacja projektu	K_U01++ K_U03++ K_U17+	P6S_UO P6S_UW
06	Poznał dynamikę rozwoju silników lotniczych i ciągłych prac nad nowymi koncepcjami napędu dla lotnictwa, przez co pozyskał świadomość, że utrzymywanie wysokiego poziomu aktualnej wiedzy w dziedzinie lotnictwa wymaga ciągłego doskonalenia oraz poszukiwania informacji o zmianach i nowościach występujących w tym zakresie	wykład	egzamin	K_K01+	P6S_KR
07	Zna zagrożenia wynikające z użytkowania silników lotniczych dla człowieka i środowiska	wykład	egzamin	K_K02+ K_K02+	P6S_KR
08	Posiadał umiejętność samodzielnego prowadzenia badań w zakresie analizy pracy teoretycznej silników lotniczych	ćwiczenia, laboratorium	projekt	K_W07++ K_U01++	P6S_UW P6S_WG
09	Ma pogłębioną wiedzę z zakresu przebiegu procesów przeplywowo-ciepłnych i osiągnięć silników turbinowych	wykład, ćwiczenia rachunkowe	kolokwium, egzamin	K_W07+++ K_W09+++	P6S_WG

Uwaga: **W zależności od sytuacji epidemicznej, jeżeli nie będzie możliwości weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się określonych w programie studiów w sposób stacjonarny w szczególności zaliczenia i egzaminy kończące określone zajęcia będą mogły się odbywać przy użyciu środków komunikacji elektronicznej (w sposób zdalny).**

Treści kształcenia dla zajęć

Sem.	TK	Treści kształcenia	Realizowane na	MEK
5	TK01	Wprowadzenie do przedmiotu, przegląd rozwiązań silników lotniczych	W01-W02	MEK06 MEK07
5	TK02	Obieg Braytona, analiza silnika idealnego	W03-W06	MEK01 MEK05
5	TK03	Analiza procesów termogazodynamicznych w zespołach silnika turbinowego	W07-W10	MEK01 MEK05 MEK07 MEK09
5	TK04	Analiza silnika jednoprzepływowego	W11-W12	MEK01 MEK02 MEK05 MEK09
5	TK05	Analiza silnika z dopalaczem oraz konstrukcji dwuwirnikowej	W13-W14	MEK01 MEK02 MEK05 MEK07 MEK09
5	TK06	Analiza silnika dwuprzepływowego	W15-W18	MEK01 MEK02 MEK06 MEK09
5	TK07	Turbinowy silnik śmigłowy i śmigłowcowy	W19-W20	MEK01 MEK02 MEK06 MEK09

Sem.	TK	Treści kształcenia	Realizowane na	MEK
5	TK08	Wstęp do badań silników i analiza charakterystyk różnych typów silników	W21-W24	MEK02 MEK06 MEK07 MEK09
5	TK09	Wstęp do analizy stanów przejściowych pracy silnika	W25-W28	MEK01 MEK02 MEK09
5	TK10	Analiza rozwoju konstrukcji lotniczych i ich kierunków rozwoju	W29-W30	MEK06 MEK07
5	TK11	Obliczenia termogazodynamiczne procesów w silniku idealnym	C1-C4,L1-L4	MEK01 MEK02 MEK03 MEK04 MEK05
5	TK12	Obliczenia procesów termodynamiczno-przepływowych w zespołach silników lotniczych (wlot, sprężarka, wentylator, komora spalania, turbina, dysza wylotowa)	C5-C10,L5-L10	MEK01 MEK02 MEK03 MEK04 MEK05 MEK08 MEK09
5	TK13	Opis i obliczenia przebiegu procesów w różnych typach silników z uwzględnieniem strat oraz wyznaczanie ich osiągnięć	C11-C15,L11-L15	MEK01 MEK02 MEK03 MEK04 MEK05 MEK08 MEK09

Nakład pracy studenta

Forma zajęć	Praca przed zajęciami	Udział w zajęciach	Praca po zajęciach
Wykład (sem. 5)		Godziny kontaktowe: 30.00 godz./sem.	Uzupełnienie/studiowanie notatek: 5.00 godz./sem. Studiowanie zalecanej literatury: 20.00 godz./sem.
Ćwiczenia/Lektorat (sem. 5)	Przygotowanie do ćwiczeń: 10.00 godz./sem. Przygotowanie do kolokwium: 5.00 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 15.00 godz./sem.	Dokończenia/studiowanie zadań: 10.00 godz./sem.
Laboratorium (sem. 5)	Przygotowanie do laboratorium: 5.00 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 15.00 godz./sem.	Dokończenia/wykonanie sprawozdania: 10.00 godz./sem.
Konsultacje (sem. 5)			
Egzamin (sem. 5)	Przygotowanie do egzaminu: 10.00 godz./sem.		

Sposób wystawiania ocen składowych zajęć i oceny końcowej

Forma zajęć	Sposób wystawiania oceny podsumowującej
Wykład	EGZAMIN Ocena umiejętności opisu zjawisk zachodzących w silniku w zakresie podstawowym (ocena 3,0) w zakresie rozbudowanym (4,0 lub 5,0) MEK01 i MEK09; Potrafi wskazać parametry do oceny osiągnięć silnika (3,0) potrafi przedstawić charakterystyki wybranego typu silnika (4,0) Potrafi porównać różne silniki pod względem osiągnięć (5,0) MEK02 Potrafi określić zmianę i rozwój silników w zarysie historycznym (3,0) Potrafi wskazać rozwój i zmianę innych zespołów w silniku w różnych fazach rozwoju oraz wskazać związki z poprawą bezpieczeństwa i ograniczeniem emisji (4,0). Potrafi przedstawić zarys historycznego rozwoju i przewidywania na przyszłość z uwzględnieniem wymagań bezpieczeństwa i ekologii (5,0) Dotyczy MEK06 i MEK07;
Ćwiczenia/Lektorat	KOLOKWIVUM Umie rozwiązywać podstawowe zagadnienia z obliczeń silników (3,0) Umie rozwiązywać złożone problemy w zakresie obliczeń silnika (4,0) Potrafi samodzielnie tworzyć formuły w oparciu o prawa fizyki i stosować je do niestandardowych zadań (5,0) MEK04, MEK08 i MEK09
Laboratorium	PRACA W PROJEKTACH Potrafi samodzielnie znaleźć informacje o silniku w obrębie podanej literatury (3,0) Potrafi wyszukiwać także w innych źródłach (4,0), Potrafi oprócz literatury korzystać także z publikacji naukowych (5,0) Dotyczy MEK04 Potrafi przygotować algorytm obliczeniowy wg standardu z zajęć dla podstawowych obliczeń (3,0). Potrafi przygotować rozbudowany algorytm obliczeniowy (4,0) Potrafi tworzyć algorytmy obliczeniowe dowolnie zmodyfikowanej struktury silnika turbinowego (5,0) MEK05 i MEK087
Ocena końcowa	Ocena końcowa wyliczana na podstawie oceny zaliczeniowej 60% (w tym 50% oceny z ćwiczeń i 50 % oceny z laboratorium) ocena z wykładu 40%

Treści zajęć powiązane są z prowadzonymi badaniami naukowymi: tak

1	R. Jakubowski	Study of Bypass Ratio Increasing Possibility for Turbofan Engine and Turbofan With Inter Turbine Burner	2019
---	---------------	---	------

2	M. Ciechanowicz; R. Jakubowski	Estimation of turboprop engine parameters for various fuels	2017
---	--------------------------------	---	------