**Nazwa przedmiotu:**

Zespoły Napędowe I

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. Jan Kindracki

**Status przedmiotu:**

Fakultatywny ograniczonego wyboru

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechanika i Projektowanie Maszyn

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

NK433A

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

4

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1) Liczba godzin kontaktowych - 46, w tym:
a) 30 godz.- wykłady,
b) 15 godz. - ćwiczenia,
c) 1 godz. - konsultacje.
2) Praca własna studenta -
a) bieżące przygotowywanie się do wykładów, powtórzenie materiału z wykładów - 15 godz.,
b) przygotowanie do ćwiczeń, rozwiązywanie zadań - 26 godz.,
c) przygotowanie do kolokwiów - 15 godz.
Razem: 102 godz.- 4 punkty ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

2 ECTS - liczba godzin kontaktowych 46, w tym:
a) 30 godz.- wykłady,
b) 15 godz. - ćwiczenia,
c) 1 godz. - konsultacje.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 15h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

 Podstawowe wiadomości z termodynamiki i mechaniki płynów.

**Limit liczby studentów:**

150

**Cel przedmiotu:**

Zapoznanie z podstawowymi rodzajami napędów lotniczych. Nabycie umiejętności wykonania obliczeń podstawowych parametrów napędów lotniczych tłokowych i turbinowych takich jak ciąg, sprawności, jednostkowe zużycie paliwa, parametry termodynamiczne poszczególnych podzespołów silnika: sprężarka, komora spalania, turbina.

**Treści kształcenia:**

Rys historyczny. Wymagania stawiane silnikom lotniczym. Sprawności. Obiegi teoretyczne i rzeczywiste silników tłokowych, turbinowych, strumieniowych i rakietowych. Proces tworzenia mieszanki palnej), spalanie. Silniki tłokowe niedoładowane i doładowane, osiągi i zastosowanie. Współpraca silnika ze śmigłem. Charakterystyki silników tłokowych. Obliczenia parametrów pracy i osiągów silników tłokowych. Silniki turbinowe. Omówienie wlotu, sprężarek, komór spalania, turbiny i dyszy. Dopalacze i odwracacze ciągu. Obliczenia termogazodynamiczne jednoprzepływowych silników turbinowych. Charakterystyki silników, aspekty ekologiczne.

**Metody oceny:**

Sprawdzian wiedzy w formie dwóch kolokwiów.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Dzierżoniowski, P. et al.: Turbinowe Silniki Lotnicze. Napędy Lotnicze. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności (1983).
2. Cichosz, E. et al.: Charakterystyka i zastosowanie napędów. Napędy Lotnicze. Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności (1980).
3. Dzierżoniowski, P. et al.: Turbinowe silniki odrzutowe Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności (1983).
4. Dzierżoniowski, P.: Silniki tłokowe Warszawa: Wydawnictwa Komunikacji i Łączności (1981).
5. Mattingly, Jack D. Aircraft engine design. AIAA Education Series 2002, 2nd Edition.
6. Mattingly, Jack D. Elements of Propulsion - Gas Turbines and Rockets, American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006.
7. Ward T.A. Aerospace propulsion systems, Wiley, 2010.
Dodatkowa literatura: materiały dostępne na stronie internetowych producentów silników lotniczych: http://www.pwk.com.pl/; http://www.rolls-royce.com/civil/; http://www.geae.com/; itp.

**Witryna www przedmiotu:**

estudia.meil.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NK433A\_W1:**

 Student ma wiedzę na temat obiegów porównawczych silnika tłokowego i silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W1:**

 Student ma wiedzę na temat obiegów porównawczych silnika tłokowego i silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W1:**

 Student ma wiedzę na temat obiegów porównawczych silnika tłokowego i silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W2:**

 Student rozumie istotę sprawności napędowej dla zespołu napędowego: silnik tłokowy - śmigło, silnika turbinowego oraz silnika rakietowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W2:**

 Student rozumie istotę sprawności napędowej dla zespołu napędowego: silnik tłokowy - śmigło, silnika turbinowego oraz silnika rakietowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W2:**

 Student rozumie istotę sprawności napędowej dla zespołu napędowego: silnik tłokowy - śmigło, silnika turbinowego oraz silnika rakietowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W3:**

 Student ma wiedzę na temat sprężarek silników lotniczych oraz komór spalania.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W3:**

 Student ma wiedzę na temat sprężarek silników lotniczych oraz komór spalania.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W4:**

 Student rozumie zadania i ograniczenia komór spalania lotniczych silników turbinowych.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_W4:**

 Student rozumie zadania i ograniczenia komór spalania lotniczych silników turbinowych.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_W09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NK433A\_U1:**

 Student umie obliczyć ciąg silnika lotniczego i rakietowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U1:**

 Student umie obliczyć ciąg silnika lotniczego i rakietowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U2:**

 Student umie obliczyć parametry efektywne silnika tłokowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U2:**

 Student umie obliczyć parametry efektywne silnika tłokowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U3:**

 Student potrafi napisać bilans termodynamiczny dla komory spalania silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U3:**

 Student potrafi napisać bilans termodynamiczny dla komory spalania silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U4:**

 Student potrafi napisać bilans mocy dla turbiny i sprężarki oraz wyznaczyć niezbędne temperatury zachodzących procesów.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U4:**

 Student potrafi napisać bilans mocy dla turbiny i sprężarki oraz wyznaczyć niezbędne temperatury zachodzących procesów.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U5:**

 Student posiada umiejętność obliczania sprężu optymalnego dla sprężarki lotniczej.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U5:**

 Student posiada umiejętność obliczania sprężu optymalnego dla sprężarki lotniczej.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U6:**

 Student potrafi wyznaczyć jednostkowe zużycie paliwa dla silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NK433A\_U6:**

 Student potrafi wyznaczyć jednostkowe zużycie paliwa dla silnika turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** MiBM1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**