**Nazwa przedmiotu:**

Zaawansowane laboratorium silników

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Marian Gieras

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS600

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2017/2018

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1. Liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) zajęcia laboratoryjne - 15 godzin;
b) zajęcia projektowe - 15 godzin;
c) konsultacje - 5 godz.
2. Praca własna studenta - 40 godzin, w tym:
a) nauka do kolokwium - 15 godz.,
b) przygotowanie raportu - 5 godz.,
c) wykonanie projektu wstępnego wybranego zespołu silnika turbinowego - 20 godz.

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

1,5 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 35, w tym:
a) zajęcia laboratoryjne - 15 godzin;
b) zajęcia projektowe - 15 godzin;
c) konsultacje - 5 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3 punkty ECTS

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

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

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

6

**Cel przedmiotu:**

Po zaliczeniu przedmiotu student powinien znać budowę i wyposażenie typowej hamowni silnikowej i metody pomiarowe stosowane na hamowni. Powinien umieć przeprowadzić samodzielnie typowe badania stoiskowe na hamowni silnika tłokowego i hamowni silnika turbinowego oraz wykonać podstawowe obliczenia gazodynamiczne lotniczych silników turbinowych. Ponadto powinien znać zasady pracy w zespole projektowym i pownien umieć w zespole wykonać projekt wstępny wybranego zespołu silnika turbinowego.

**Treści kształcenia:**

1. Silnik rakietowy, pomiar ciągu.
2. Zjawisko detonacji, silnik z wirującą detonacją.
3. Silnik pulsacyjny, zasada działania, pomiar ciągu.
4. Hamownia silnika tłokowego, sporządzanie typowych charakterystyk prędkościowych, pomiar emisji zanieczyszczeń.
5. Hamownia silnika turbinowego.
6. Sporządzanie typowych charakterystyk prędkościowych silnika turbinowego.
7. Projektowanie wybranych zespołów silników turbinowych, strumieniowych, pulsacyjnych i rakietowych - praca w zespole.

**Metody oceny:**

Kolokwium, ocena projektu wstępnego wybranego zespołu silnika turbinowego. Ocena raportu.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

1. Wójcicki S.: Spalanie, WNT, Warszawa 1969.
2. Wójcicki S.: Silniki pulsacyjne, strumieniowe i rakietowe, MON, Warszawa 1962.
3. Antas S., Wolański P. Obliczenia gazodynamiczne lotniczych silników turbinowych, PW, Warszawa 1989.
4. Dzierżanowski P. i inni: Turbinowe silniki odrzutowe, WKŁ, 1983.
5. Łapucha R: Komory spalania silników turbinowo-odrzutowych, IL, Warszawa 2004.
6. Archer R.D., Saarlas M.: An Introduction to Aerospace Propulsion, Prentice Hall 1996.
7. Mattingly J.D.: Elements of gas turbine Propulsion, McGraw Hill 1996.
8. Mattingly J.D., Heiser W.H., Pratt D.T.: Aircraft engine design, AIAA 2002.
9. Gieras M. " Komory spalania silników turbinowych - organizacja procesów spalania", Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2010.
Dodatkowa literatura: materiały dostarczone przez wykładowcę.

**Witryna www przedmiotu:**

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS600\_W1:**

Student zna podstawowe typy palników i komór spalania.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W1:**

Student zna podstawowe typy palników i komór spalania.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W1:**

Student zna podstawowe typy palników i komór spalania.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W1:**

Student zna podstawowe typy palników i komór spalania.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W2:**

Student posada wiedzę z zakresu aerodynamiki, procesów spalania i stabilizacji płomienia w komorach spalania silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W2:**

Student posada wiedzę z zakresu aerodynamiki, procesów spalania i stabilizacji płomienia w komorach spalania silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W3:**

Student zna zasadę działania i konstrukcję różnych napędów lotniczych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W3:**

Student zna zasadę działania i konstrukcję różnych napędów lotniczych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W3:**

Student zna zasadę działania i konstrukcję różnych napędów lotniczych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W3:**

Student zna zasadę działania i konstrukcję różnych napędów lotniczych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W13

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W4:**

Student zna budowę i wyposażenie lotniczej hamowni silnikowej.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_W4:**

Student zna budowę i wyposażenie lotniczej hamowni silnikowej.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_W15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS600\_U1:**

Student potrafi wyznaczyć dolną granicę zdmuchnięcia płomienia w przepływie.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U1:**

Student potrafi wyznaczyć dolną granicę zdmuchnięcia płomienia w przepływie.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U2:**

Student potrafi wykonać stoiskowe charakterystyki silnika tłokowego i turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U2:**

Student potrafi wykonać stoiskowe charakterystyki silnika tłokowego i turbinowego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U3:**

Student potrafi policzyć podstawowe parametry gazodynamiczne silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U3:**

Student potrafi policzyć podstawowe parametry gazodynamiczne silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U3:**

Student potrafi policzyć podstawowe parametry gazodynamiczne silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U3:**

Student potrafi policzyć podstawowe parametry gazodynamiczne silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U3:**

Student potrafi policzyć podstawowe parametry gazodynamiczne silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U3:**

Student potrafi policzyć podstawowe parametry gazodynamiczne silników turboodrzutowych.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U12

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U16

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_U4:**

Student potrafi w zespole wykonać projekt wstępny wybranego elementu lub całego układu napędowego statku powietrznego.

Weryfikacja:

Kolokwium, przygotowanie raportu z ćwiczenia, wykonanie projektu.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_U19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka ML.NS600\_K1:**

Student rozumie potrzebę pracy zespołowej i potrafi pracować w zespole projektowym.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu zespołowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_K1:**

Student rozumie potrzebę pracy zespołowej i potrafi pracować w zespole projektowym.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu zespołowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_K03

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS600\_K1:**

Student rozumie potrzebę pracy zespołowej i potrafi pracować w zespole projektowym.

Weryfikacja:

Wykonanie projektu zespołowego.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** LiK2\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**