**Nazwa przedmiotu:**

Napędy kosmiczne

**Koordynator przedmiotu:**

Prof. dr hab. inż. Piotr Wolański

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS618A

**Semestr nominalny:**

3 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

100 godzin

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

1,6 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 40, w tym:
a) wykład - 30 godz.;
b) konsultacja z prowadzącym - 10 godz.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3.2 ECTS – 80godzin:
• Obecność na ćwiczeniach – 15godz
• Wybór danych do wykonania projektu – 5 godz.
• Analiza układu zasilania – 5 godz.
• Analiza i obliczenia materiału pędnego – 5 godz.
• Obliczenia pozostałych danych projektowych – 20 godz.
• Wykonanie sprawozdania z wykonania projektu – 10 godz.
• Wykonanie dodatkowych zadań rachunkowych utrwalających wiedzę z ćwiczeń – 20 godz.

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

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

**Wymagania wstępne:**

Mechanika płynów 1 (ML.NW122); Termodynamika 1 (ML.NW116); Zespoły napędowe 1 (ML.NK433);

**Limit liczby studentów:**

160

**Cel przedmiotu:**

Nauczenie podstaw obliczeń i konstruowania współczesnych napędów rakietowych oraz zdobycie umiejętności przeprowadzania analiz i doboru napędów do misji kosmicznych

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Podział napędów rakietowych, sprawności i obiegi silników rakietowych, rakietowe materiały pędne: ciekłe, stałe i hybrydowe – wymagania, rodzaje i charakterystyki; obliczenia termodynamiczne procesu spalania i osiągów chemicznych napędów rakietowych; silniki na stały materiał pędny: spalanie stałych rakietowych materiałów pędnych, projektowania ładunku, dysze, izolacje i ochrana ablacyjna, wektorowanie ciągu, zastosowania; silniki na ciekłe materiały pędne; układy zasilania, głowice wtryskowe, komory spalania, dysze, chłodzenie komór spalani i dysz, wektorowanie ciągu; silniki hybrydowe, podstawowe układy, spalanie hybrydowych materiałów pędnych, zastosowania; napędy elektryczne: termiczne, termiczno-chemiczne, jonowe, plazmowe i przyszłościowe (np.”Vasimir”); napędy nuklearne i termonuklearne; napędy przyszłościowe (detonacyjne, żagiel, ramac, winda kosmiczna, itp.); dobór napędu do rakiet i satelitów, obliczenia i projekt wstępny napędu rakietowego.
Ćwiczenia:
Utrwalenie wiadomości uzyskanych na wykładzie, wykonanie podstawowych obliczeń wymiarujących silnik, zapoznanie się z uproszczonymi obliczeniami układów wtryskowych, wymiany ciepła w silniku.
Projekt:
Wykonanie projektu układu napędowego rakiety lub satelity w zespole 2-3 osobowym .

**Metody oceny:**

Projekt (układu napędowego, rakiety, itp) opracowany indywidualnie lub w zespole 2-5 osobowym (ocena z tej części stanowi połowę "wagi" oceny ostatecznej). Kolokwium pisemne (druga połowa "wagi" oceny). Obie części muszą być pozytywnie ocenione.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

• S. Torecki,:Silniki Rakietowe, WKiŁ, W-wa 1984;
• G.P. Sutton & O. Biblarz:”Rocket Propulsion Elements”, John Wiley &Sons, INC.;
• Alemasov, V.E. :”Teoria rakirtnych dvigatielei” (po rosyjsku), Moskwa, 1980
• S. Wójcicki,: „Spalanie”, PWN, Warszawa;
• S. Wójcicki,: „Silniki pulsacyjne, strumieniowe, rakietowe”, MON, Warszawa, 1962;

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt W1:**

Student posiada podstawową wiedze na temat konstruowania współczesnych napędów rakietowych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W01, LiK2\_W14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W01, T2A\_W04

**Efekt W2:**

Student zna: podział napędów rakietowych, sprawności i obiegi termodynamiczne silników rakietowych

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W14

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04

**Efekt W3:**

Student zna współcześnie stosowane rakietowe materiały pędne oraz kierunki ich rozwoju

Weryfikacja:

kolokwium

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_W14, LiK2\_W16

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_W04, T2A\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt U1:**

Student potrafi wykonać podstawowe obliczenia konieczne przy konstruowaniu współczesnych napędów rakietowych

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09

**Efekt U2:**

Student umie przeprowadzić analizę i dokonać doboru napędów rakietowych do misji kosmicznych

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U10

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U10

**Efekt U3:**

Student potrafi wykonać projekt układu napędowego, rakiety, statku kosmicznego

Weryfikacja:

projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U16, LiK2\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U16, T2A\_U19

**Efekt U4:**

Student potrafi wykonać obliczenia termodynamiczne procesu spalania i osiągów chemicznych napędów rakietowych

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_U09, LiK2\_U12

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_U09, T2A\_U12

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt K1:**

Student umie pracować w grupie i prezentować swoje wyniki

Weryfikacja:

Projekt

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK2\_K03

**Powiązane efekty obszarowe:** T2A\_K03