**Nazwa przedmiotu:**

Napędy kosmiczne

**Koordynator przedmiotu:**

prof. dr hab. inż. Piotr Wolański

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Lotnictwo i Kosmonautyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

NS618

**Semestr nominalny:**

6 / rok ak. 2013/2014

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

Wyklad i zajecia projektowe 45h
przygotowanie do egzaminu: 10h
praca nad projektem 15 h ( w tym konsultacje ok. 5h)
Razem 75 h

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

2

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1.25

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| 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:**

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

**Metody oceny:**

Projekt (układu napędowego, rakiety, itp) opracowany indywidualnie lub w zespole 2-3 osobowym (ocena z tej części stanowi połowę "wagi" oceny ostatecznej). Egzamin pisemny (druga połowa "wagi" oceny). Obie części muszą być pozytuwnie ocenione (za projekt do 50 punktów - minimun do zaliczenia projektu 25p.; za egzamin do 50 punktów - minimum do uzyskania pozytywnej oceny - 25p.)Ocena ostateczna zależy od sumyuzyskanych punktów: 100-91p. - 5,0; 90-81p.-4,5; 80-71p.- 4,0; 70-61p. - 3,5; 60-50p.- 3,0; poniżej 50 punktów ocena 2.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. S. Torecki,:Silniki Rakietowe, WKiŁ, W-wa 1984;
2. G.P. Sutton & O. Biblarz:”Rocket Propulsion Elements”, John Wiley &Sons, INC.;
3. Alemasov, V.E. :”Teoria rakirtnych dvigatielei” (po rosyjsku), Moskwa, 1980
4. S. Wójcicki,: „Spalanie”, PWN, Warszawa;
5. S. Wójcicki,: „Silniki pulsacyjne, strumieniowe, rakietowe”, MON, Warszawa, 1962;
6. http://materialy.itc.pw.edu.pl/zsl/napedy\_kosmiczne/
Dodatkowe literatura:
- J. Stanuch i inni,: „Rakiety, środki napędowe”, PWT, Warszawa, 1960
- M. Dobrowolski, G. Siniariew,.: „Silniki rakietowe na paliwo płynne”. MON, Warszawa, 1957;
- M.H.N. Naraghi,: “A computer code for three-dimensional Rocket Thermal Evaluation. Tara Technologies”, Yorktown Heights, 2002
- http://www.nasa.gov/home/
- http://www.esa.int/esaCP/index.html

**Witryna www przedmiotu:**

-

**Uwagi:**

-

## Efekty przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Efekt NS618\_W1:**

 Student posiada podstawową wiedze na temat konstruowania współczesnych napędów rakietowych

Weryfikacja:

egzamin, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W12, LiK1\_W16

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W03, T1A\_W04

**Efekt NS618\_W2:**

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

Weryfikacja:

egzamin, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W07, LiK1\_W19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W01, T1A\_W02, T1A\_W07, T1A\_W07

**Efekt NS618\_W3:**

 Student zna współcześnie stosowane rakietowe materiały pędne oraz kierunki ich rozwoju

Weryfikacja:

egzamin, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_W13, LiK1\_W17

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_W03, T1A\_W05

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Efekt NS618\_U1:**

 Student potrafi wykonać podstawowe obliczenia konieczne przy konstruowaniu współczesnych napędów rakietowych

Weryfikacja:

egzamin, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U01, LiK1\_U20

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U01, T1A\_U15

**Efekt NS618\_U2:**

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

Weryfikacja:

egzamin, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U09, LiK1\_U18

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U14, T1A\_U15

**Efekt NS618\_U3:**

 Student potrafi wykonać projekt układu napędowego, rakiety, statku kosmicznego itp. ( indywidualnie lub w zespole 2-3 osobowym)

Weryfikacja:

egzamin, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U10, LiK1\_U19

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U14

**Efekt NS618\_U4:**

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

Weryfikacja:

egzamin, praca domowa

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_U11, LiK1\_U13

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_U08, T1A\_U09, T1A\_U08, T1A\_U09

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Efekt NS618\_K1:**

 Student umie pracować w grupie i prezentować swoje wyniki

Weryfikacja:

prezentacja

**Powiązane efekty kierunkowe:** LiK1\_K03, LiK1\_K04, LiK1\_K06

**Powiązane efekty obszarowe:** T1A\_K02, T1A\_K05, T1A\_K03, T1A\_K04, T1A\_K07