**Nazwa przedmiotu:**

Heat Transfer in Aerospace

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Maciej Jaworski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Aerospace Engineering

**Grupa przedmiotów:**

Specialization

**Kod przedmiotu:**

ML.ANK425

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

4

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

1) Number of hours that require the presence of a teacher - 50, including:
a) attendance at the lectures - 45 hours;
b) consultancy meetings - 5 hours.
2) The number of hours of independent work of student – 50, including:
• solution of computational problems (homework) - 25 hours;
• preparation for class tests -15 hours;
• reading recommended literature by the teacher - 10 hours.
TOTAL – 100 hours.

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

2 ECTS credits - 50 hours, including:
a) attendance at the lectures - 45 hours;
b) consultancy meetings - 5 hours.

**Język prowadzenia zajęć:**

angielski

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

2 ECTS credits.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 45h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Thermodynamics, Fluid Mechanics, Calculus – Partial Differential Equations.

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

To learn about basic and complex heat transfer mechanisms, as well as fundamental laws governing these physical processes.
To introduces several analytical and numerical methods available for solving heat transfer problems.
To learn about particular heat transfer processes, important from the point of view of aerospace engineering.

**Treści kształcenia:**

­Basic mechanisms of heat transfer – conduction, convection, radiation; fundamental laws.
­Thermophysical properties of substances.
­Conduction: energy conservation equation; physical, boundary and initial conditions.
­Steady-state conduction; thermal resistance concept; extended surfaces.
­Transient conduction: lumped thermal capacity model, general solution of transient heat conduction, conduction with periodic boundary conditions.
­Introduction to numerical methods in heat transfer.
­Convection heat transfer: free and forced confection; external and internal flow, correlations for the evaluation of heat transfer coefficient.
­Convection heat transfer: supersonic external flows, ablation, transpiration and effusion cooling.
­Convection heat transfer: boiling and condensation, heat pipes, two-phase flow cooling techniques.
­Radiation: basic equation, radiation resistance concept.

**Metody oceny:**

Three tests during the course; each test contains both theoretical and practical problems.

**Egzamin:**

nie

**Literatura:**

Cengel Y.A.: Heat and mass transfer, a practical approach, McGraw-Hill, 2007.
Bejan A., Kraus A.D.: Heat Transfer Handbook, John Wiley & Sons, 2003.

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.ANK425\_W01:**

Student knows fundamental mechanisms of heat transfer and related physical principles.

Weryfikacja:

Classtest no. 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_W01:**

Student knows fundamental mechanisms of heat transfer and related physical principles.

Weryfikacja:

Classtest no. 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_W02:**

 Student knows transport equations which govern heat conduction processes, as well as the boundary conditions typical for heat transfer problems.

Weryfikacja:

Class test no. 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_W02:**

 Student knows transport equations which govern heat conduction processes, as well as the boundary conditions typical for heat transfer problems.

Weryfikacja:

Class test no. 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_W03:**

 Student knows various particular cases of convective heat transfer including heat transfer at high flow flow rates.

Weryfikacja:

Class test no. 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_W04:**

Student has knowledge about the aircraft-industry applied method of the overheating protection of the engine elements exposed to high thermal loadings.

Weryfikacja:

Class test no. 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_W05:**

Student knows mathematical modelling of the radiative heat transfer phenomena, and is able to determine relevant properies of a radiating surface.

Weryfikacja:

 Class test no. 3.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_W05:**

Student knows mathematical modelling of the radiative heat transfer phenomena, and is able to determine relevant properies of a radiating surface.

Weryfikacja:

 Class test no. 3.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.ANK425\_U01:**

Student is able to apply the laws governing fundamental mechanisms of heat transfer to obtain a solution to complex heat transfer problems.

Weryfikacja:

Class test no. 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_U02:**

Student can apply a proper form of the equation of heat conduction to describe mathematically simple heat transfer problems and find analytical solutions.

Weryfikacja:

Class test no. 1.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_U03:**

 Student can apply the criterial equations to describe convective heat transfer problems.

Weryfikacja:

Class test no. 2.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.ANK425\_U04:**

Student is able to perform calculations of the radiative heat transfer for simple geometries.

Weryfikacja:

Class test no. 3.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** Aero2\_U09

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**