**Nazwa przedmiotu:**

Wymiana Ciepła III

**Koordynator przedmiotu:**

Dr hab. inż. Maciej Jaworski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Energetyka

**Grupa przedmiotów:**

Specjalnościowe

**Kod przedmiotu:**

ML.NS590

**Semestr nominalny:**

5 / rok ak. 2019/2020

**Liczba punktów ECTS:**

3

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

1) Liczba godzin kontaktowych - 45, w tym:
a) udział w wykładach - 30 godz.,
b) udział w ćwiczeniach rachunkowych -15 godz.
2) Praca własna studenta - 30 godzin, w tym:
a) prace domowe (zadania obliczeniowe) - 15 godz.,
b) przygotowanie do egzaminu - 15 godz.
Razem - 75 godzin = 3 punkty ECTS.

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

1,8 punktu ECTS - liczba godzin kontaktowych - 45, w tym:
a) udział w wykładach - 30 godz.,
b) udział w ćwiczeniach rachunkowych -15 godz.

**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:**

"Termodynamika I", "Wymiana Ciepła I", "Wymiana Ciepła II".

**Limit liczby studentów:**

**Cel przedmiotu:**

Przekazanie wiedzy na temat wybranych zagadnień wymiany ciepła, istotnych z punktu widzenia analizy jakościowej i ilościowej urządzeń i systemów chłodnictwa i klimatyzacji. Przekazanie wiedzy na temat procesów cieplnych występujących w środowisku naturalnym, odpowiedzialnych za kształtowanie klimatu. Nauczenie sposobu analizy ilościowej procesów wymiany ciepła występujących w elementach oraz urządzeniach chłodniczych i klimatyzacyjnych (z wykorzystaniem technik symulacji komputerowej tych procesów).

**Treści kształcenia:**

• Podstawowe mechanizmy wymiany ciepła – krótkie przypomnienie. Izolacje cieplne. • Przewodzenie ciepła w ośrodkach anizotropowych i niejednorodnych. • Przewodzenie ciepła w układach z wewnętrznym źródłem ciepła. • Warunki wymiany ciepła przy styku dwóch ciał stałych (termiczny opór kontaktowy, wymiana ciepła przy tarciu), • Wprowadzenie do metod numerycznych stosowanych w zagadnieniach wymiany ciepła. • Wymiana ciepła w elementach cienkościennych – optymalizacja żeber. • Szczególne przypadki przewodzenia ciepła w stanach nieustalonych (mały opór cieplny przewodzenia, krótkie czasy nagrzewania, stan uporządkowany). • Wymiana ciepła podczas zmiany fazy (krzepniecie, topnienie). • Wymiana ciepła przy przepływie i opływie ciał w warunkach konwekcji wymuszonej i swobodnej, konwekcja swobodna w przestrzeni zamkniętej. • Wymiana ciepła przy zmianie fazy (wrzenie i kondensacja). Intensyfikacja wymiany ciepła – rurki cieplne i ich zastosowania. • Promieniowanie cieplne w ośrodkach pochłaniających i emitujących promieniowanie. • Wymiana ciepła w środowisku naturalnym. • Podstawy teoretyczne termografii podczerwieni.

**Metody oceny:**

W trakcie semestru: ocena zadań domowych, sprawdziany. Na zakończenie semestru: egzamin.
Zaliczenie przedmiotu na podstawie oceny z egzaminu. Egzamin obejmuje zagadnienia teoretyczne i praktyczne (zadania obliczeniowe). Istnieje możliwość zwolnienia z egzaminu po uzyskaniu min. 80% punktów ze sprawdzianów obejmujących cząstkowy zakres materiału, przeprowadzanych w trakcie trwania semestru (min. 3 sprawdziany).

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Zalecana literatura:
1) Wiśniewski S, Wiśniewski T.S.: Wymiana ciepła. WNT.
2) Domański R. i in.: Wybrane zagadnienia z termodynamiki w ujęciu komputerowym. PWN, 2000.
Dodatkowa literatura:
1) Materiały na stronie internetowej Wydziału (materiały z wykładów).
2) Cengel Y.A.: Heat Transfer. A practical approach. MacGrawHill, 2003.
3) Furmański P., Wiśniewski T., Banaszek J.: Izolacje cieplne. Mechanizmy wymiany ciepła, właściwości cieplne i ich pomiary. Wyd. ITC PW, 2006.

**Witryna www przedmiotu:**

www.itc.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka ML.NS590\_W01:**

Ma wiedzę na temat złożonych procesów wymiany ciepła, w tym: w materiałach izolacyjnych, elementach o rozwiniętej powierzchni wymiany ciepła, układach z przemianami fazowymi czynnika.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS590\_W02:**

Rozumie wpływ procesów wymiany ciepła na efektywność maszyn i urządzeń cieplnych.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS590\_W03:**

Posiada wiedzę na temat wpływu procesów transportu ciepła na stan klimatu w ujęciu globalnym.

Weryfikacja:

Egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka ML.NS590\_U01:**

Potrafi wykorzystać metody numeryczne do analizy złożonych procesów wymiany ciepła.

Weryfikacja:

Zadanie domowe, sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS590\_U02:**

Potrafi przeprowadzić analizę obliczeniową złożonego procesu transportu ciepła z wykorzystaniem zależności analitycznych i równań kryterialnych.

Weryfikacja:

Zadanie domowe, sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS590\_U02:**

Potrafi przeprowadzić analizę obliczeniową złożonego procesu transportu ciepła z wykorzystaniem zależności analitycznych i równań kryterialnych.

Weryfikacja:

Zadanie domowe, sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka ML.NS590\_U02:**

Potrafi przeprowadzić analizę obliczeniową złożonego procesu transportu ciepła z wykorzystaniem zależności analitycznych i równań kryterialnych.

Weryfikacja:

Zadanie domowe, sprawdzian, egzamin.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** E1\_U11

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**