**Nazwa przedmiotu:**

Modelowanie procesów technologicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. Sławomir Jodzis

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Technologia Chemiczna

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

brak

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2020/2021

**Liczba punktów ECTS:**

2

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

1. godziny kontaktowe 30h, w tym:
a) obecność na wykładach – 15h,
b) obecność na laboratorium komputerowym – 15h
2. zapoznanie się ze wskazaną literaturą – 20h
Razem nakład pracy studenta: 30h + 20h = 50h, co odpowiada 2 punktom ECTS.

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

1. obecność na wykładach – 15h,
2. obecność na laboratorium komputerowym – 15h
Razem: 30h, co odpowiada 1 punktowi ECTS.

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

1. obecność na laboratorium komputerowym – 15h,
2. zapoznanie się ze wskazaną literaturą – 20h
Razem: 35h, co odpowiada 1 punktowi ECTS.

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

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 0h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

brak

**Limit liczby studentów:**

brak

**Cel przedmiotu:**

Po ukończeniu kursu student powinien:
• mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat zasad i metod modelowania procesów technologicznych,
• potrafić wskazać parametry procesu istotne dla tworzonego modelu i dostrzegać przyczyny występowania różnic pomiędzy procesami rzeczywistymi a ich opisem modelowym,
• swobodnie operować pojęciem szybkości procesu w odniesieniu do podstawowych parametrów procesowych,
• potrafić samodzielnie pozyskiwać (ze źródeł literaturowych i internetowych) oraz przetwarzać dane potrzebne do tworzonego modelu.

**Treści kształcenia:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie metod modelowania przydatnych do projektowania technologicznego i ich praktyczne wykorzystanie przy wykorzystaniu symulatora ChemCAD.
Przedmiot obejmuje – zagadnienia ogólne związane z modelowaniem statystycznym, fizykochemicznym, systemowym, problematykę symulacji procesów, optymalizacji i powiększania skali oraz analizy wyników. Plan przedmiotu:
1. Modelowanie statystyczne, fizykochemiczne i systemowe.
2. Konstrukcja modelu, typy modelu.
3. Pojęcie modelu empirycznego, analogowego, fizycznego, matematycznego.
4. Formalizacja i opis matematyczny procesu. Dobór danych do modelowania. Ocena statystyczna modelu.
5. Modelowanie matematyczne. Opis matematyczny chemicznych procesów technologicznych.
5.1. Równania bilansowe aparatów modelowych
5.2. Równania bilansów masowych i energetycznych.
5.3. Symulacja przepływów masowych, symulacja i optymalizacja procesów w stanie ustalonym.
5.4. Równowaga chemiczna. Obliczanie stężeń w stanie równowagi.
5.5. Równowagi fazowe
5.6. Szacowanie błędów pomiarowych i obliczanie błędów wielkości złożonych.
6. Podstawy działania programu ChemCAD.
7. Modele matematyczne właściwości fizyko-chemicznych substancji czystych i mieszanin stosowane w ChemCAD.
8. Zastosowanie flowsheetingu (diagramów strumieniowych) do modelowania procesu chemicznego.
9. Optymalizacja procesu.
10. Powiększanie skali procesu.
11. Analiza rzeczywistych problemów przy projektowaniu, modelowaniu i powiększaniu skali procesów.
Plan ćwiczeń:
1. Formalizacja i opis matematyczny procesu.
2. Dobór danych do modelowania.
3. Ocena statystyczna modelu.
4. Podstawy działania programu ChemCAD.
5. Opis matematyczny chemicznych procesów technologicznych.
5.1. Równania bilansowe aparatów modelowych
5.2. Równania bilansów masowych
5.3. Równania bilansów energetycznych.
6. Równowaga chemiczna.
6.1. Obliczanie stężeń w stanie równowagi
6.2. Obliczanie stopnia przemiany.
7. Szacowanie błędów pomiarowych i obliczanie błędów wielkości złożonych.
8. Modele matematyczne właściwości fizyko-chemicznych substancji czystych i mieszanin stosowane w ChemCAD.
9. Aproksymacja i predykcja właściwości substancji: gęstości, lepkości, parametrów krytycznych, lotności gazów i cieczy, równowagi fazowe.
10. Symulacja przepływów masowych, symulacja i optymalizacja procesów w stanie ustalonym.
11. Zastosowanie flowsheetingu (diagramów strumieniowych) do modelowania procesu chemicznego.
12. Symulacja procesów technologicznych. Optymalizacja procesu.
13. Powiększanie skali.
14. Analiza rzeczywistych problemów projektowania, modelowania i powiększania skali procesów.
15. Tworzenie raportów symulacyjnych i interpretacja wyników.

**Metody oceny:**

brak

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

Literatura podstawowa:
1. G.S. Fishman, Symulacja komputerowa: pojęcia i metody, PWE, Warszawa 1981.
2. D.W. Heermann, Podstawy symulacji komputerowych w fizyce, WNT, Warszawa 1997.
3. B.P. Zeigler, Teoria modelowania i symulacji, PWN, Warszawa 1984.
4. W. Gierulski, pr. zbior., Modelowanie i symulacja komputerowa: laboratorium, Polit. Świętokrzyska, Kielce 1996.
Materiały pomocnicze:
1. Z. Pakowski, Symulacja procesów inżynierii chemicznej: teoria i zadania rozwiązane programem Mathcad, Wyd. Polit. Łódzkiej, Łódź 2001.
2. W. Tarnowski, Komputerowy system symulacji SIMULINK z wprowadzeniem do MATLABa, WNT, Warszawa 1995.
3. W. Tarnowski, Symulacja komputerowa procesów ciągłych, Wyd. WSI, Koszalin 1996.
4. J. Winkowski, Programowanie symulacji procesów, WNT, Warszawa 1974.
5. M. Piekarski, M. Poniewski, Dynamika i sterowanie procesami wymiany ciepła i masy, WNT, Warszawa 1994.
6. A. Bjorck, G. Dahlquist, Metody numeryczne, PWN, Warszawa 1987.
7. Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wąsowski, Metody numeryczne, WNT, Warszawa 1982.
8. P. Perkowski, Technika symulacji cyfrowej, WNT, Warszawa 1980.

**Witryna www przedmiotu:**

ch.pw.edu.pl

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Posiada wiedzę z zakresu modelowania, zna rodzaje modeli stosowanych w technologii chemicznej, w szczególności dotyczących przemian chemicznych w reaktorach, dostrzega korzyści z wykonywania obliczeń symulacyjnych

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena postępu prac bieżących

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W01, K\_W05, K\_W06, K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Potrafi posługiwać się wybranymi programami komputerowymi, wykonując obliczenia technologiczne i optymalizacyjne

Weryfikacja:

ocena postępu prac bieżących

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11, K\_U15, K\_U06, K\_U07, K\_U08

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U02:**

Potrafi zoptymalizować wielkość reaktora i zaprojektować wielkość warstwy złoża katalizatora stosownie do postawionych założeń procesowych

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena postępu prac bieżących

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06, K\_U08, K\_U11, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

**Charakterystyka U03:**

Potrafi zoptymalizować warunki prowadzenia procesu chemicznego w zadanym reaktorze

Weryfikacja:

Kolokwium, ocena postępu prac bieżących

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U06, K\_U08, K\_U11, K\_U15

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Potrafi pracować samodzielnie, rozwiązywać wybrane zagadnienia, formułować wnioski

Weryfikacja:

ocena postępu prac bieżących

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K01, K\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:**