**Nazwa przedmiotu:**

Modelowanie matematyczne

**Koordynator przedmiotu:**

dr inż. WIktor Treichel, prof. uczelni

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia II stopnia

**Program:**

Biogospodarka

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

 1110-BG000-MSP-1101

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2022/2023

**Liczba punktów ECTS:**

5

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

Wykład - 30 godz. Ćwiczenia komputerowe - 30 godz. Zapoznanie się z literaturą, przygotowanie do egzaminu - 25 godz. Przygotowanie się do ćwiczeń - 15 godz. Rozwiązanie zadanych zadań i przygotowanie sprawozdań - 25 godz.

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

3

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

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

3

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

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

**Wymagania wstępne:**

Matematyka I, Podstawy Informatyki

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Cel kształcenia: przekazanie teoretycznej oraz praktycznej wiedzy w obszarze zastosowań metod modelowania matematycznego w biogospodarce.Ćwiczenia komputerowe z wykorzystaniem programów Matlab i Excel dają studentom możliwość praktycznego rozwijania umiejętności w programowaniu oraz rozwiązywaniu problemów z wykorzystaniem komputera. Po zrealizowaniu przedmiotu student posiądzie wiedzę nt. podstaw budowania modeli matematycznych procesów fizycznych i ekologicznych oraz metod numerycznych rozwiązywania tych modeli. Pozna teoretyczne podstawy metod numerycznych do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych oraz równań różniczkowych cząstkowych. Nabędzie umiejętności posługiwania się oprogramowaniem do obliczeń inżynierskich MATLAB i wykorzystania tego oprogramowania do symulacji procesów zachodzących w środowisku. Uzyska świadomość wykorzystania współczesnych narzędzi informatycznych w rozwiązywaniu problemów technicznych.

**Treści kształcenia:**

Wykład: Pojęcie modelu matematycznego. Modele ciągłe i modele dyskretne. Etapy procesu modelowania. Proste modele ekologiczne. Równanie Malthusa (wzrostu wykładniczego). Proces urodzin i śmierci. Model logistyczny.
Metody numeryczne rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych. Metody Eulera. Metody Rungego-Kutty. Metody wielokrokowe.
Dwuwymiarowe modele ekologiczne. Model Lotki-Volterry. Model drapieżnik-ofiara z ograniczoną pojemnością środowiska dla ofiar. Model drapieżnik-ofiara z kryjówkami dla ofiar. Układy mutualistyczne. Konkurencja.
Procesy – prawa zachowania. Strumień. Gradient. Dywergencja. Adwekcja. Dyfuzja. Adwekcja i dyfuzja. Składniki źródłowe. Reakcja-dyfuzja.
Równania różniczkowe cząstkowe. Klasyfikacja równań. Równania eliptyczne, paraboliczne i hiperboliczne. Warunki brzegowe. Metoda różnic skończonych. Dyskretyzacja czasu i przestrzeni. Aproksymacja pochodnych za pomocą ilorazów różnicowych.
Numeryczne rozwiązywanie równania dyfuzji metodą różnic skończonych. Schemat jawny. Schematy niejawne.
Dyskretyzacja równania adwekcji-dyfuzji oraz adwekcji-dyfuzji-reakcji metodą różnic skończonych. Metoda różnic skończonych dla zagadnień dwuwymiarowych.
Numeryczne rozwiązywanie układów równań liniowych.
Wprowadzenie do metody elementów skończonych. Zagadnienia jednowymiarowe. Metoda residuów ważonych. Metoda Galerkina. Funkcje kształtu. Metoda elementów skończonych w 2D i 3D.
Ćwiczenia komputerowe: MATLAB – środowisko obliczeń inżynierskich. Wprowadzenie do oprogramowania. Elementy języka programowania. Tworzenie wykresów 2D i 3D.
Rozwiązywanie prostych modeli ekologicznych w arkuszu kalkulacyjnym Excel (model Malthusa, urodzin i śmierci, logistyczny) . Metody Eulera i Rungego-Kutty.
Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych w środowisku MATLAB. Funkcja ode oraz własne metody numeryczne.
Rozwiązywanie układów równań różniczkowych zwyczajnych (modele Lotki-Volterry, mutualizm, konkurencja, równania reaktora chemicznego) w środowisku MATLAB.
Zapoznanie się z Simulinkiem - narzędziem do modelowania i symulacji układów dynamicznych. Przykłady modelowania w Simulinku.
Rozwiązywanie jednowymiarowego równania dyfuzji schematem jawnym i niejawnym.
Rozwiązywanie jednowymiarowego równania adwekcji-dyfuzji.
Rozwiązywanie jednowymiarowego równania adwekcji-dyfuzji-reakcji.
Przykłady zastosowania metody różnic skończonych dla zagadnień dwuwymiarowych.

**Metody oceny:**

Egzamin obejmujący sprawdzenie wiedzy teoretycznej (egzamin pisemny) oraz umiejętności praktycznych (egzamin praktyczny przy komputerze). Ocena rozwiązania wybranych zagadnienia podczas zajęć komputerowych oraz raportów z wykonanych zadań. Zasady tworzenia oceny końcowej: ocena zintegrowana = 40% oceny z egzaminu + 60% oceny z zajęć komputerowych.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Murray J.D., Wprowadzenie do biomatematyki, PWN, Warszawa 2006
2. Holzbecher E. – Environmental Modeling using Matlab, 2nd edition, Springer Verlag 2012
3. Chapra S. C., Canale R. P. - Numerical Methods for Engineers, McGraw Hill, 6th edition, 2010
4. Foryś U., Matematyka w biologii, WNT Warszawa 2005
5. Kincaid D., Cheney W., Analiza numeryczna, WNT, Warszawa 2006
6. Acevedo M. F., Simulation of Ecological and Environmentals Models, CRC Press, Taylor & Francis Group 2013

**Witryna www przedmiotu:**

https://moodle.is.pw.edu.pl/moodle/course/view.php?id=385

**Uwagi:**

-

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka W01:**

Absolwent posiada rozszerzoną i ugruntowaną wiedzę z matematyki i analizy numerycznej pozwalającą na posługiwanie się metodami matematycznymi i numerycznymi właściwymi dla kierunku biogospodarka.

Weryfikacja:

Egzamin w części teoretycznej i praktycznej, rozwiązanie podanych zagadnień podczas ćwiczeń
komputerowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

**Charakterystyka W02:**

Absolwent zna podstawy budowania modeli matematycznych procesów fizycznych i biologicznych oraz metod numerycznych rozwiązywania tych modeli.

Weryfikacja:

Egzamin w części teoretycznej i praktycznej. Rozwiązywanie zadań podczas ćwiczeń komputerowych. Ocena sprawozdań z ćwiczeń.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_W01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_WG, II.T.P7S\_WG, III.P7S\_WG.o

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U01:**

Absolwent posiada umiejętność posługiwania się oprogramowaniem do obliczeń inżynierskich MATLAB i wykorzystania tego oprogramowania do symulacji procesów fizycznych i biologicznych zachodzących w środowisku.

Weryfikacja:

Egzamin w części praktycznej. Rozwiązywanie zadań podczas ćwiczeń komputerowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_U04 , B2\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_UW, II.T.P7S\_UW.1, III.P7S\_UW.1.o, I.P7S\_UU

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Absolwent jest gotów do wykorzystania współczesnych narzędzi informatycznych w rozwiązywaniu problemów technicznych oraz krytycznej oceny uzyskiwanych wyników.

Weryfikacja:

Egzamin w części praktycznej. Rozwiązywanie zadań podczas ćwiczeń komputerowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_K01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK

**Charakterystyka K02:**

Absolwent jest gotów do współpracy z ekspertami z zakresu modelowania matematycznego i technologii informatycznych.

Weryfikacja:

Rozwiązywanie zadań podczas ćwiczeń komputerowych.

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** B2\_K02

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P7S\_KK