

**AGH**AGH UNIVERSITY OF SCIENCE  
AND TECHNOLOGY

Nazwa modułu: Modelowanie układów biologicznych

Rok akademicki: 2016/2017      Kod: JBF-3-010-s      Punkty ECTS: 4

Wydział: Fizyki i Informatyki Stosowanej

Kierunek: Biofizyka      Specjalność: —

Poziom studiów: Studia III stopnia      Forma i tryb studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski      Profil kształcenia: Ogólnoakademicki (A)      Semestr: 0

Strona www: —

Osoba odpowiedzialna: dr hab. Matuszak Zenon (Zenon.Matuszak@fis.agh.edu.pl)

Osoby prowadzące: dr hab. Matuszak Zenon (Zenon.Matuszak@fis.agh.edu.pl)  
dr hab. Matuszak Zenon (Zenon.Matuszak@fis.agh.edu.pl)  
dr hab. Matuszak Zenon (Zenon.Matuszak@fis.agh.edu.pl)

## Opis efektów kształcenia dla modułu zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Powiązania z EKK	Sposób weryfikacji efektów kształcenia (forma zaliczeń)
Wiedza			
M_W001	Student uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania opisu dynamicznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	BF3A_W01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W002	Student uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania opisu statystycznego do układów chemicznych, biochemicznych i populacyjnych.	BF3A_W01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W003	Student potrafi analizować dane biologiczne uwzględniając ich specyfikę. Uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania metody optymalizacji do zagadnień liniowych i nieliniowych.	BF3A_W01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_W004	Student uzyskuje wiedzę z zakresu podstawowych modeli transportu w układach biologicznych oraz sposobach ich opisu i modelowania.	BF3A_W01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych

M_W005	Student uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania zintegrowanego, hierarchicznego opisu systemów biologicznych i oprogramowania stosowanego do symulacji złożonych procesów biologicznych.	BF3A_W01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie projektu, Udział w dyskusji, Studium przypadków
M_W006	Student zdobywa wiedzę ogólną na temat modelowanie układów biologicznych z uwzględnieniem powiązań hierarchicznych poszczególnych podsystemów.	BF3A_W02, BF3A_U01, BF3A_W01	Zaliczenie laboratorium
M_W007	Student uzyskuje ogólną wiedzę na temat stawiania problemów symulacyjnych do analizy złożonych problemów biologicznych	BF3A_W03, BF3A_W02, BF3A_W01	Wynik testu zaliczeniowego
M_W008	W trakcie zajęć student poznaje podstawowe zasady formułowania problemów z dydaktycznego punktu widzenia.	BF3A_W03	
Umiejętności			
M_U001	Student potrafi stosować symulacje typu dynamicznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	BF3A_W01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U002	Student potrafi stosować symulacje typu stochastycznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	BF3A_U02, BF3A_U01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U003	Student potrafi stosować symulacje typu dynamicznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	BF3A_U02, BF3A_U01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U004	Student potrafi stosować zaawansowane metody optymalizacyjne do analizy danych i właściwie je interpretować.	BF3A_U02, BF3A_U01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U005	Student potrafi stosować metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych oraz proste schematy metody Monte Carlo do analizy procesów transportu w układach biologicznych.	BF3A_U02, BF3A_U01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U006	Student potrafi stosować wybrane pakiety oprogramowania do analizy złożonych systemów biologicznych i interpretować wyniki dla prostych zagadnień.	BF3A_U02, BF3A_U01	Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych
M_U007	Student potrafi zidentyfikować problem biologiczny i dobrać właściwe oprogramowanie realizujące jego symulację.	BF3A_W02, BF3A_W01	Zaliczenie laboratorium
Kompetencje społeczne			

M_K001	Student nabywa umiejętności komunikacyjnych oraz wykształca umiejętność współpracy z innymi członkami zespołu przy rozwiązywaniu złożonych problemów biologicznych (podział zadań), które wymagają kompetencji z różnych dziedzin.	BF3A_U02, BF3A_U03, BF3A_U01	Zaangażowanie w pracę zespołu
--------	--	------------------------------------	-------------------------------

## Matryca efektów kształcenia w odniesieniu do form zajęć

Kod EKM	Student, który zaliczył moduł zajęć wie/umie/potrafi	Forma zajęć										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Inne	E-learning
Wiedza												
M_W001	Student uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania opisu dynamicznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W002	Student uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania opisu statystycznego do układów chemicznych, biochemicznych i populacyjnych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Student potrafi analizować dane biologiczne uwzględniając ich specyfikę. Uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania metody optymalizacji do zagadnień liniowych i nieliniowych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Student uzyskuje wiedzę z zakresu podstawowych modeli transportu w układach biologicznych oraz sposobach ich opisu i modelowania.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W005	Student uzyskuje wiedzę z zakresu stosowania zintegrowanego, hierarchicznego opisu systemów biologicznych i oprogramowania stosowanego do symulacji złożonych procesów biologicznych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W006	Student zdobywa wiedzę ogólną na temat modelowanie układów biologicznych z uwzględnieniem powiązań hierarchicznych poszczególnych podsystemów.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W007	Student uzyskuje ogólną wiedzę na temat stawiania problemów symulacyjnych do analizy złożonych problemów biologicznych	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W008	W trakcie zajęć student poznaje podstawowe zasady formułowania problemów z dydaktycznego punktu widzenia.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności												
M_U001	Student potrafi stosować symulacje typu dynamicznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Student potrafi stosować symulacje typu stochastycznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Student potrafi stosować symulacje typu dynamicznego do układów chemicznych, biochemicznych oraz populacji biologicznych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U004	Student potrafi stosować zaawansowane metody optymalizacyjne do analizy danych i właściwie je interpretować.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U005	Student potrafi stosować metody rozwiązywania równań różniczkowych cząstkowych oraz proste schematy metody Monte Carlo do analizy procesów transportu w układach biologicznych.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U006	Student potrafi stosować wybrane pakiety oprogramowania do analizy złożonych systemów biologicznych i interpretować wyniki dla prostych zagadnień.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_U007	Student potrafi zidentyfikować problem biologiczny i dobrać właściwe oprogramowanie realizujące jego symulację.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne												
M_K001	Student nabywa umiejętności komunikacyjnych oraz wykształca umiejętność współpracy z innymi członkami zespołu przy rozwiązywaniu złożonych problemów biologicznych (podział zadań), które wymagają kompetencji z różnych dziedzin.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Treść modułu zajęć (program wykładów i pozostałych zajęć)

### Wykład

#### 1. Modele i ich użyteczność. (3 godz.)

Wykład jest podzielony na sześć podstawowych części. Treść wykładu obejmuje podstawowe problemy z jakimi styka się student (pracownik) używający modelowania komputerowego do rozwiązywania praktycznych problemów w dziedzinie biofizyki (biomedycyny). Każdy z działów modelowania omawiany na wykładzie będzie ilustrowany przykładami zastosowań w ogólnie rozumianej biomedycynie, zagadnienia omawiane na wykładzie będą także przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych (komputerowych). Celem kursu jest zdobycie wiedzy ogólnej oraz opanowanie podstawowych narzędzi obliczeniowych, które mogą być wykorzystane w codziennej praktyce. Cel kursu jest zdobycie ogólnego rozeznania w problematyce modelowania zagadnień biomedycznych oraz nabycie umiejętności praktycznego stosowania oprogramowania, w związku z tym zagadnienia teoretyczne będą omawiane tylko w niezbędnym zakresie.

a. Wprowadzenie w ogólną teorię systemów integracja matematyki i nauk biologicznych (biomedycznych).

b. Modele jako reprezentacje realnych systemów, rodzaje modeli – dyskretne i ciągłe, tworzenie modeli matematycznych,

c. Środki techniczne modelowania – metody numeryczne i algebra komputerowa, platformy obliczeniowe.

d. Wprowadzenie do systemu Matlab.

#### 1. Modele i ich użyteczność. (3 godz.)

Wykład jest podzielony na sześć podstawowych części. Treść wykładu obejmuje podstawowe problemy z jakimi styka się student (pracownik) używający modelowania komputerowego do rozwiązywania praktycznych problemów w dziedzinie biofizyki (biomedycyny). Każdy z działów modelowania omawiany na wykładzie będzie ilustrowany przykładami zastosowań w ogólnie rozumianej biomedycynie, zagadnienia omawiane na wykładzie będą także przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych (komputerowych). Celem kursu jest zdobycie wiedzy ogólnej oraz opanowanie podstawowych narzędzi obliczeniowych, które mogą być wykorzystane w codziennej praktyce. Cel kursu jest zdobycie ogólnego rozeznania w problematyce modelowania zagadnień biomedycznych oraz nabycie umiejętności praktycznego stosowania oprogramowania, w związku z tym zagadnienia teoretyczne będą omawiane tylko w

niezbędnym zakresie.

- a. Wprowadzenie w ogólną teorię systemów integracja matematyki i nauk biologicznych (biomedycznych).
- b. Modele jako reprezentacje realnych systemów, rodzaje modeli – dyskretne i ciągłe, tworzenie modeli matematycznych,
- c. Środki techniczne modelowania – metody numeryczne i algebra komputerowa, platformy obliczeniowe.
- d. Wprowadzenie do systemu Matlab.

#### 1. Modele i ich użyteczność. (3 godz.)

Wykład jest podzielony na sześć podstawowych części. Treść wykładu obejmuje podstawowe problemy z jakimi styka się student (pracownik) używający modelowania komputerowego do rozwiązywania praktycznych problemów w dziedzinie biofizyki (biomedycyny). Każdy z działów modelowania omawiany na wykładzie będzie ilustrowany przykładami zastosowań w ogólnie rozumianej biomedycynie, zagadnienia omawiane na wykładzie będą także przedmiotem ćwiczeń laboratoryjnych (komputerowych). Celem kursu jest zdobycie wiedzy ogólnej oraz opanowanie podstawowych narzędzi obliczeniowych, które mogą być wykorzystane w codziennej praktyce. Cel kursu jest zdobycie ogólnego rozeznania w problematyce modelowania zagadnień biomedycznych oraz nabycie umiejętności praktycznego stosowania oprogramowania, w związku z tym zagadnienia teoretyczne będą omawiane tylko w niezbędnym zakresie.

- a. Wprowadzenie w ogólną teorię systemów integracja matematyki i nauk biologicznych (biomedycznych).
- b. Modele jako reprezentacje realnych systemów, rodzaje modeli – dyskretne i ciągłe, tworzenie modeli matematycznych,
- c. Środki techniczne modelowania – metody numeryczne i algebra komputerowa, platformy obliczeniowe.
- d. Wprowadzenie do systemu Matlab.

#### 2. Modele dynamiczne - równania różnicowe i różniczkowe zwyczajne. (5 godz.)

- a. Metody numeryczne (dyskretyzacja).
- b. Elementy jakościowej teorii równań różniczkowych zwyczajnych (analiza fazowa).
- b. Proste modele populacyjne: Malthusa- wzrostu eksponencjalnego, modele nieliniowe- stany przejściowe, równowaga i stabilność, linearyzacja, modele logistyczne.
- c. Modele liniowe (algebra macierzy) – populacje ustrukturalizowane wiekowo.
- d. Modele nieliniowe z oddziaływaniami : oddziaływanie organizm- środowisko, proste modele typu drapieżnik-ofiara, równowagi w modelach wielopopulacyjnych, linearyzacja i stabilność.
- e. Symulacje komputerowe w biologii komórki: elementy biochemii komórki i regulacji komórkowej: kinetyka chemiczna i enzymatyczna, modele farmakokinetyczne i farmakodynamiczne, regulacja genowa, zintegrowane modele metabolizmu i sposoby ich analizy.

#### 3. Modele probabilistyczne. (4 godz.)

- a. Wprowadzenie do rachunku prawdopodobieństwa.
- b. Modele typu Markowa (równania typu master, modele macierzowe, ewolucja molekularna —DNA, mutacje i zastępowania zasad , pojęcie dystansu filogenetycznego i drzewa filogenetycznego, genetyka mendlowska.
- c. Modele stochastyczne w kinetyce biochemicznej (algorytm Gillespiego).

#### 4. Optymalizacja liniowa i nieliniowa. (4 godz.)

- a. Specyfika danych biologicznych, podstawowa analiza danych numerycznych-

histogramy i rozkłady, interpolacja i ekstrapolacja. Prezentacja danych – wykresy i ich charakterystyka.

b. Metoda najmniejszych kwadratów, optymalizacja nieliniowa (podstawowe algorytmy i ich realizacja komputerowa).

5. Problemy transportu w układach biologicznych. (6 godz.)

a. Elementy teorii równań różniczkowych cząstkowych. Podstawowe metody numeryczne.

b. Ruch przypadkowy w czasie i przestrzeni, matematyka dyfuzji.

c. Transport tlenu i biochemia tlenu, transport jonów-elementy neurofizjologii- równanie Fitzhugh-Nagumo.

d. Modele typu reakcja-dyfuzja. Struktury dyssypacyjne.

e. Zastosowanie metod Monte Carlo w analizie procesów biologicznych: elementy teorii wiązania typu receptor-ligand oraz proste symulacje procesów transportu i ich zastosowanie do foto- i radioterapii.

6. Języki i systemy dedykowane biologii systemów. (8 godz.)

a. Zintegrowane systemy obliczeniowe dla potrzeb biomedycyny i biologii systemów.

b. Przykłady zastosowań do rozwiązywania złożonych problemów biologicznych.

**Ćwiczenia laboratoryjne**

Pracownia Komputerowa

Podstawowym środowiskiem będzie środowisko Matlab. Student może używać także innych środowisk obliczeniowych do realizacji zadań. Studenci otrzymają zestawy prostych problemów. Ich zadaniem będzie realizacja symulacji otrzymanych zagadnień. Celem jest praktyczne poznanie omawianych na wykładach metod. Tematyka zadań będzie zróżnicowana w zależności od zainteresowań studenta.

1. Modele dynamiczne w kinetyce chemicznej, biochemicznej i populacyjnej (3 godz.)

2. Modele probabilistyczne w kinetyce chemicznej, biochemicznej i populacyjnej. (3 godz.)

3. Statystyczne opracowanie danych. Optymalizacja liniowa i nieliniowa (dopasowanie funkcji do danych eksperymentalnych). (3 godz.)

4. Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych oraz zastosowanie metody Monte Carlo do prostych zagadnień. (3 godz.)

5. Modelowanie złożonych procesów przy pomocy zintegrowanych systemów obliczeniowych (3 godz.).

Pracownia Komputerowa

Podstawowym środowiskiem będzie środowisko Matlab. Student może używać także innych środowisk obliczeniowych do realizacji zadań. Studenci otrzymają zestawy prostych problemów. Ich zadaniem będzie realizacja symulacji otrzymanych zagadnień. Celem jest praktyczne poznanie omawianych na wykładach metod. Tematyka zadań będzie zróżnicowana w zależności od zainteresowań studenta.

1. Modele dynamiczne w kinetyce chemicznej, biochemicznej i populacyjnej (3 godz.)

2. Modele probabilistyczne w kinetyce chemicznej, biochemicznej i populacyjnej. (3 godz.)

3. Statystyczne opracowanie danych. Optymalizacja liniowa i nieliniowa (dopasowanie funkcji do danych eksperymentalnych). (3 godz.)

4. Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych oraz zastosowanie metody Monte Carlo do prostych zagadnień. (3 godz.)

5. Modelowanie złożonych procesów przy pomocy zintegrowanych systemów obliczeniowych (3 godz.).

Pracownia Komputerowa

Podstawowym środowiskiem będzie środowisko Matlab. Student może używać także innych środowisk obliczeniowych do realizacji zadań. Studenci otrzymają zestawy prostych problemów. Ich zadaniem będzie realizacja symulacji otrzymanych zagadnień. Celem jest praktyczne poznanie omawianych na wykładach metod. Tematyka zadań będzie zróżnicowana w zależności od zainteresowań studenta.

1. Modele dynamiczne w kinetyce chemicznej, biochemicznej i populacyjnej (3 godz.)

2. Modele probabilistyczne w kinetyce chemicznej, biochemicznej i populacyjnej. (3 godz.)

3. Statystyczne opracowanie danych. Optymalizacja liniowa i nieliniowa (dopasowanie funkcji do danych eksperymentalnych). (3 godz.)

4. Rozwiązywanie równań różniczkowych cząstkowych oraz zastosowanie metody Monte Carlo do prostych zagadnień. (3 godz.)

5. Modelowanie złożonych procesów przy pomocy zintegrowanych systemów obliczeniowych (3 godz.).

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena końcowa z modułu obliczana jest, jako średnia ważona z: średniej oceny z ćwiczeń wykonywanych na laboratorium (30%) oraz oceny z projektu zaliczeniowego (70%).

Pozytywna ocena końcowa wymaga uzyskania pozytywnej oceny końcowej z obu form zajęć.

Forma egzaminu: przygotowanie przez studenta projektu, którego tematyka i zakres realizacji została uzgodniona z prowadzącym zajęcia. Tematyka w miarę możliwości będzie powiązana z zainteresowaniami studenta.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Podstawowa wiedza z zakresu matematyki i fizyki oraz biologii. Wiadomości z biologii konieczne do konstrukcji modelu komputerowego danego zjawiska będą podane na wykładach i ćwiczeniach.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

uzupełnić

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

uzupełnić

### **Informacje dodatkowe**

Sposób i tryb wyrównania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:

ćwiczenia laboratoryjne: usprawiedliwiona nieobecność na zajęciach wymaga od studenta

samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie i

terminie wyznaczonym przez prowadzącego zajęcia. Obecność na wykładzie: zgodnie z Regulaminem Studiów AGH



**Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)**

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	15 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe z nauczycielem	10 godz
Udział w wykładach	30 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30 godz
Wykonanie projektu	20 godz
Udział w ćwiczeniach laboratoryjnych	15 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	120 godz
Punkty ECTS za moduł	4 ECTS