

SYLABUS
DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA 2026/2027 - 2029/2030
Rok akademicki 2028/2029

1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

Nazwa przedmiotu	<i>modelowanie biomedyczne</i>
Kod przedmiotu*	
Nazwa jednostki prowadzącej kierunek	<i>Instytut Informatyki, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych</i>
Nazwa jednostki realizującej przedmiot	<i>Instytut Nauk Fizycznych, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych</i>
Kierunek studiów	<i>sztuczna inteligencja</i>
Poziom studiów	<i>studia I stopnia</i>
Profil	<i>ogólnoakademicki</i>
Forma studiów	<i>stacjonarne</i>
Rok i semestr/y studiów	<i>rok III, semestr 6</i>
Rodzaj przedmiotu	<i>przedmiot specjalnościowy (sztuczna inteligencja w medycynie)</i>
Język wykładowy	<i>polski</i>
Koordynator	<i>dr hab. Paweł Jakubczyk, prof. UR</i>
Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących	<i>dr hab. Paweł Jakubczyk, prof. UR</i>

* - *opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce*

1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

Semestr (nr)	Wykł.	Ćw.	Konw.	Lab.	Sem.	ZP	Prakt.	Inne (jakie?)	Liczba pkt. ECTS
6	15			30					3

1.2. Sposób realizacji zajęć

zajęcia w formie tradycyjnej

1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku)

wykład – zaliczenie bez oceny, laboratoria – zaliczenie z oceną

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Matematyka (rachunek różniczkowy i całkowy), podstawy fizyki i biofizyki, Umiejętność programowania obliczeń numerycznych, podstawy analizy danych.

3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

3.1 Cele przedmiotu

C ₁	Zapoznanie z formalizmem modeli biomedycznych opartych na równaniach różniczkowych
C ₂	Nabycie umiejętności budowy, implementacji i symulacji modeli biomedycznych
C ₃	Opanowanie podstaw identyfikacji parametrów, analizy wrażliwości, kalibracji i walidacji modeli na danych pomiarowych (klinicznych)

3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

EK (efekt uczenia się)	Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu	Odniesienie do efektów kierunkowych ¹
EK_01	zna wybrane fakty, twierdzenia i procesy niezbędne do opisu modeli biomedycznych o istotnej złożoności	K_W02
EK_02	potrafi opisać, zasymulować i zbadać wybrane zjawiska wykorzystując modele biomedyczne	K_U02
EK_03	opracowuje raporty techniczne i prezentacje wyników dotyczące budowy i walidacji modeli biomedycznych	K_U11
EK_04	pozyskuje informacje z literatury i baz danych, integruje je w spójny opis modelu, dokonuje krytycznej oceny wiarygodności danych oraz formułuje wnioski o zakresie stosowalności modelu	K_U15
EK_05	rozumie znaczenie prac badawczo-rozwojowych i innowacji w tworzeniu rozwiązań z obszaru sztucznej inteligencji dla medycyny	K_K04

3.3 Treści programowe

A. Problematyka wykładu

1. Wprowadzenie do biomodelowania: typy modeli, pojęcia: stan, parametr, obserwacja, identyfikacja, walidacja, przewidywanie.
2. Równania różniczkowe w medycynie: ODE jako opis dynamiki procesów fizjologicznych; warunki początkowe/brzegowe; ograniczenia interpretacyjne.
3. Jednostki chorobowe – przykłady modeli ODE m.in. modele epidemiologiczne (SIR/SEIR), modele wzrostu masy ciała, modele farmakokinetyczno-farmakodynamiczne, modele wzrostu guza i odpowiedzi na leczenie.
4. Numeryczne rozwiązywanie ODE w Simulink: dobór solverów, sztywność, błędy numeryczne, warunki stabilności; konsekwencje w interpretacji medycznej.
5. Identyfikacja parametrów i dopasowanie do danych: funkcje kosztu, regularyzacja,

¹ W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

identyfikowalność, walidacja krzyżowa w ujęciu modelowym.

6. Analiza niepewności i wrażliwości: sensytywność, propagacja niepewności, wiarygodność predykcji.

7. Modele hybrydowe (AI + ODE): modele fizyko-inspirowane, ograniczenia i ryzyka.

B. Problematyka laboratoriów

1. Środowisko obliczeniowe: organizacja projektu, wersjonowanie, struktura eksperymentu symulacyjnego; wprowadzenie do Simulink.

2. ODE w Simulink: implementacja modelu, schemat blokowy, integratory, użycie solverów, diagnostyka sztywności i stabilności; wizualizacja wyników.

3. Model SIR/SEIR: implementacja, estymacja parametrów z danych, analiza wrażliwości, ocena dopasowania.

4. Model regulacji glikemia–insulina: symulacja odpowiedzi na posiłek/bolus, dobór parametrów, interpretacja dynamiki.

5. Modele PK/PD: 1- i 2-kompartментowe modele farmakokinetyczne, implementacja ODE, dopasowanie parametrów, symulacja schematów dawkowania.

6. Model wzrostu guza: implementacja, identyfikacja parametrów, scenariusze terapeutyczne, analiza niepewności predykcji.

8. Kalibracja i walidacja: podział danych (kalibracja/walidacja), metryki dopasowania, analiza reszt, wykrywanie nadmiernego dopasowania; wprowadzenie do prostych metod Monte Carlo.

9. Mini-projekt integrujący: wybór modelu chorobowego lub własna propozycja; implementacja (MATLAB/Simulink), estymacja parametrów, walidacja, raport techniczny + prezentacja przy tablicy.

3.4 Metody dydaktyczne

Wykład: wykład z prezentacją

Laboratorium: praca przy komputerze w środowisku Matlab

4. METODY I KRYTERIA OCENY

4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

Symbol efektu	Metody oceny efektów uczenia się (np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć)	Forma zajęć dydaktycznych (w, ćw, ...)
EK_01	kolokwium	w
EK_02	projekt	lab
EK_03	projekt	lab
EK_04	projekt	lab
EK_05	kolokwium, projekt	w, lab

4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

Struktura oceny końcowej:

- Kolokwium z wykładu: 40% (wymagane $\geq 50\%$ punktów).
- Projekt (kod + raport + prezentacja wyników przy tablicy): 60%.

5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny z harmonogramu studiów	45
Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)	5
Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.)	35
SUMA GODZIN	85
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS	3

** Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

wymiar godzinowy	–
zasady i formy odbywania praktyk	–

7. LITERATURA

Literatura podstawowa:

Biofizyka: podręcznik dla studentów / redakcja naukowa prof. zw. dr hab. Feliks Jaroszyk;
autorzy: dr n. med. Beata Czarnecka [i 29 pozostałych]. - Wydanie II uaktualnione i
rozszerzone - 3 dodruk. - Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, copyright 2014.

Physics in biology and medicine / Paul Davidovits. - Fifth edition. - London: Elsevier/Academic Press, cop. 2019.

Wstęp do modelowania komputerowego w fizyce / Paweł Scharoch, Maciej P. Polak, Radosław Szymon. - Warszawa: PWN, copyright 2023.

MATLAB: dla naukowców i inżynierów / Rudra Pratap ; [przekł. WITKOM Witold Sikorski: Witold Sikorski]. - Wyd. 2. - Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2015.

MATLAB: praktyczny podręcznik modelowania / Waldemar Sradomski. - Gliwice: Wydawnictwo Helion, 2015.

Literatura uzupełniająca:

Methods of computer simulations / Romuald Kotowski. - Edition I. - Warszawa: PWN, 2021.

Biofizyka / Brygida Mielewska. - Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, 2015.

Modele regresji od teorii do praktyki / Dominik Krężołek, Agnieszka Orwat-Acedańska, Grażyna Trzpiot; [redakcja merytoryczna: Danuta Kamińska-Hass]. - Kraków; Legionowo: edu-Libri, 2025.

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej