



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Modelowanie i symulacja zagadnień biomedycznych

---

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria biomedyczna

Studia w zakresie (specjalność)

-

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/5

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

---

### Liczba godzin

Wykład

15

Ćwiczenia

0

Laboratoria

15

Projekty/seminaria

0

Inne (np. online)

0

### Liczba punktów ECTS

2

---

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. Tomasz Strępek, prof. uczelni PP

Instytut Mechaniki Stosowanej

Wydział Inżynierii Mechanicznej

ul. Jana Pawła II 24, 60-965 Poznań

tomasz.strek (at) put.poznan.pl

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:



### **Wymagania wstępne**

Wiedza z matematyki, mechaniki, mechaniki płynów, wytrzymałości materiałów, wymiany ciepła oraz równań różniczkowych, metod numerycznych. Umiejętność logicznego myślenia, korzystania z informacji pozyskiwanych z biblioteki i Internetu. Kompetencje społeczne - rozumienie potrzeby uczenia się i pozyskiwania nowej wiedzy.

### **Cel przedmiotu**

Poznanie wiadomości teoretycznych oraz rozwój nabytej praktyki modelowania i symulacji układów i systemów biomedycznych. Pogłębienie umiejętności użycia metody elementów skończonych do rozwiązywania podstawowych problemów zagadnień biomedycznych.

### **Przedmiotowe efekty uczenia się**

#### Wiedza

Ma podstawową wiedzę o trendach rozwojowych wspomaganego komputerowo projektowania inżynierskiego, metody elementów skończonych (MES), zastosowanie MES w komputerowym wspomaganiu projektowania, stosowanie grafiki komputerowej w procesie tworzenia dokumentacji technicznej.

Ma podstawową wiedzę z projektowania inżynierskiego i grafiki inżynierskiej, pozwalającą projektować obiekty i procesy, układy w ujęciu systemowym, elementy maszyn; formułować i analizować problemy; poszukiwać koncepcje rozwiązania; stosować obliczenia inżynierskie, wybierać i oceniać warianty rozwiązania; stosować modelowanie, optymalizację oraz bazy wiedzy w projektowaniu inżynierskim, komputerowe wspomaganie procesu projektowania, urządzeń i układów technicznych; opisywać ich budowę i zasady działania.

#### Umiejętności

Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł (także w języku angielskim, lub innym obcym) w obszarze inżynierii biomedycznej; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny oraz wyciągać wnioski oraz formułować i wyczerpująco uzasadniać opinie.

Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, posiada umiejętność modelowania komputerowego i symulacji w inżynierii biomedycznej.

#### Kompetencje społeczne

Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.

Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

### **Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny**

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Zaliczenie w formie pisemnej na podstawie pytania lub pytań ogólnych punktowanych (zaliczenie w przypadku uzyskania 51% punktów: >50% – dst, >60% – dst plus, >70% – db, >80% – db)



plus, >90% punktów – bdb) przeprowadzane na koniec semestru. W przypadku pracy zdalnej dopuszcza się zaliczenie w formie opracowania i rozwiązania problemu technicznego (z użyciem MES) opisanego w wybranej publikacji naukowej.

Laboratorium / projekt: Zaliczenie na podstawie projektu opracowanego problemu/zagadnienia z zakresu treści zagadnień wykonywanych na ćwiczeniach laboratoryjnych. Oceniana jest forma oraz jakość przygotowanych materiałów (opis zagadnień, teoria, równania i warunki początkowo-brzegowe, metoda, wyniki oraz analiza).

### Treści programowe

Wykład: Trzy filary współczesnej nauki. Rola modelowania i symulacji komputerowej. Zastosowania modelowania. Zagadnienia sprzężone (multiphysics). Opis matematyczny systemu. Modele statyczne i dynamiczne oraz chaos. Sztuczne sieci neuronowe. Sztuczna inteligencja. Metamateriały w inżynierii biomedycznej. Modelowanie i symulacja komputerowa systemów biomedycznych. Modelowanie i symulacja zagadnienia wymiany ciepła w układzie człowiek-otoczenie i urządzenie-otoczenie. Modelowanie i symulacja zagadnienia mechaniki ciała stałego (na przykładzie biomedycznej protezy, stentu). Modelowanie i symulacja zagadnień odkształceń termicznych (wpływ temperatury na urządzenia medyczne). Modelowanie i symulacja zagadnienia mechaniki płynów (zagadnienie przepływu płynu biologicznego - biopłynu).

Laboratorium: Rozwiązywanie problemów inżynierskich w zakresie treści wykładu w programie komputerowym (Comsol Multiphysics lub innym w przypadku pracy zdalnej). Do przedstawionych na wykładzie treści na zajęciach laboratoryjnych przygotowane zostaną modele komputerowe oraz matematyczne (równania z warunkami początkowo-brzegowymi). Przygotowane dane pozwolą na wykonanie obliczeń oraz wykonanie graficznej reprezentacji obliczeń.

### Metody dydaktyczne

Wykład: wykład / wykład problemowy / wykład z prezentacją multimedialną.

Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Laboratorium komputerowe: metoda projektów (projekt badawczy, wdrożeniowy, praktyczny) / praca w grupach / rozwiązywanie zadań.

### Literatura

Podstawowa

O.C. Zienkiewicz , R.L. Taylor , The Finite Element Method, Volume 1-3, 5th edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2000. (7th edition - 2013: <https://www.elsevier.com/books/the-finite-element-method-its-basis-and-fundamentals/zienkiewicz/978-1-85617-633-0>)



William B. J. Zimmerman, Multiphysics Modeling With Finite Element Methods, Series on Stability Vibration and Control of Systems, Series A - Vol. 18, 2006.

Stefan Wiśniewski, Tomasz S. Wiśniewski, Wymiana ciepła (wyd 6), PWN, Warszawa, 2017.

Adrian Bejan, Allan D. Kraus, Heat Transfer Handbook, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2003.

Allan F. Bower, Applied Mechanics of Solids, <http://solidmechanics.org/index.html>

Introduction to Structural Mechanics: <https://www.comsol.com/multiphysics/introduction-to-structural-mechanics>

Ryszard Tadeusiewicz, Inżynieria biomedyczna - księga współczesnej wiedzy tajemnej w wersji przystępnej i przyjemnej, Wydawnictwo AGH, 2008.

Henryk Leda, Materiały inżynierskie w zastosowaniach biomedycznych, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań, 2011.

Irving P. Herman, Physics of Human Body, Springer, Berlin, 2007.

#### Uzupełniająca

A.J.H. Frijns, G.M.J. van Leeuwen, A.A. van Steenhoven, Modelling Heat Transfer in Humans, Ercoftac Bulletin, nr 68(2006), str. 43 – 47.

Yu.I. Luchakov, A.D. Nozdrachev, Mechanism of Heat Transfer in Different Regions of Human Body, Biology Bulletin, nr 36(2009), str. 53 – 57.

V. Mitvalsky, Heat Transfer in the Laminar Flow of Human Blood through Tube and Annulus, Nature 206 (1965).

Marek Paruch, Zastosowanie metod identyfikacji w wybranych zagadnieniach przepływu biociepła, Gliwice, 2005.

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	30	1,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do zaliczenia, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	20	1,0

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności