



Biomechanical constructions

Course description sheet

Basic information

Field of study Biomedical Engineering		Didactic cycle 2025/2026
Major Biomechanics and Robotics		Course code EIBMBRS.IIi1.01565.25
Organisational unit Faculty of Electrical Engineering, Automatics, Computer Science and Biomedical Engineering		Lecture languages Polish
Study level Second-cycle (engineer) programme		Mandatoriness Obligatory
Form of study Full-time studies		Block General Modules
Profile General academic		Course related to scientific research Yes
Course coordinator	Marek Iwaniec	
Lecturer	Marek Iwaniec, Józef Felis, Ludwin Molina-Arias	
Period Semester 1	Method of verification of the learning outcomes Completing the classes Activities and hours Lectures: 14 Auditorium classes: 14 Laboratory classes: 14	Number of ECTS credits 4

Goals

C1	Celem modułu jest poznanie budowy typowych biomedycznych konstrukcji mechatronicznych oraz nabycie umiejętności projektowania i symulacji urządzeń biomedycznych w środowisku programów CAD i FEM. Celem modułu jest integracja wiedzy medycznej z metodami projektowania i prototypowania w celu budowy innowacyjnego sprzętu medycznego
----	---

Course's learning outcomes

Code	Outcomes in terms of	Learning outcomes prescribed to a field of study	Methods of verification
Knowledge - Student knows and understands:			
W1	Ma podstawową wiedzę z zakresu modelowania układów biologicznych i technicznych oraz inżynierskich metod obliczeniowych	IBM2A_W01, IBM2A_W09	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of a project, Report, Test results, Oral answer
W2	Ma wiedzę dotyczącą projektowania podstawowych zespołów urządzeń medycznych i rehabilitacyjnych i ich bezpiecznego użytkowania	IBM2A_W01, IBM2A_W08	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of a project, Report, Test results, Oral answer
Skills - Student can:			
U1	Ma umiejętności twórczego powiązania wiedzy medycznej z metodami projektowania i prototypowania w celu budowy innowacyjnego sprzętu medycznego	IBM2A_U05, IBM2A_U06	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of a project, Report, Involvement in teamwork, Test results, Oral answer
Social competences - Student is ready to:			
K1	Ma umiejętność poszukiwania nowych rozwiązań pomagających rozwiązywać problemy pacjenta i personelu medycznego	IBM2A_K01, IBM2A_K04	Activity during classes, Execution of exercises, Execution of a project, Report, Involvement in teamwork, Oral answer

Student workload

Activity form	Average amount of hours* needed to complete each activity form
Lectures	14
Auditorium classes	14
Laboratory classes	14
Realization of independently performed tasks	32
Examination or final test/colloquium	2
Preparation of project, presentation, essay, report	25
Student workload	Hours 101
Workload involving teacher	Hours 42

Program content

No.	Program content	Course's learning outcomes	Activities
1.	1. Cel, metody analizy oraz projektowania konstrukcji biomechanicznych i biomechatronicznych. 2. Modelowanie mechatroniczne na przykładzie ortez. 3. Pomiarowe systemy rozproszone i wbudowane w konstrukcjach sprzętu medycznego. 4. Typowe podukłady spotykane w konstrukcjach bioinżynieryjnych. Połączenia komponentów mechanicznych. 5. Modele dynamiczne układów biomechanicznych. 6. Analiza układów biomechanicznych z wykorzystaniem metody elementów skończonych. Stan naprężenia i stan odkształcenia.: Siły zewnętrzne i wewnętrzne. Naprężenia. Materiał rzeczywisty i jego idealizacja. Ciała izotropowe i anizotropowe. Płaski stan naprężenia. Koło Mora. Kierunki główne i naprężenia główne. Maksymalne naprężenia styczne. Zmiana objętości i kształtu. 7. Wybrane technologie wytwarzania konstrukcji biomechanicznych, metody szybkiego prototypowania, wybrane przykłady technologii na przykładzie wykonywania indywidualnych implantów medycznych.	W1, W2, U1, K1	Lectures
2.	1. Tworzenie koncepcji i prostych modeli sprzętu rehabilitacyjnego 2. Kryteria oceny i synteza struktury układu 3. Synteza struktury układu biomedycznego z wykorzystaniem baz elementów znormalizowanych i komercyjnych podukładów. 4. Analiza i symulacja ruchu układów biomechanicznych: kinematyka i dynamika ruchu 5. Analiza stanu naprężenia i odkształcenia układów biomechanicznych z wykorzystaniem modeli MES. 6. Parametryzacje elementu. Optymalizacja jedno i wielokryterialna 7. Tworzenie dokumentacji 2D i 3D konstrukcji sprzętu rehabilitacyjnego	W1, W2, K1	Auditorium classes
3.	W ramach zajęć laboratoryjnych zrealizowany zostanie projekt urządzenia wspomagającego układ mięśniowo-szkieletowy człowieka. Projekt obejmuje przegląd artykułów, propozycję koncepcji urządzenia, modelowanie bryłowe elementów mechanicznych, wybór podukładów elektronicznych, analizę działania prototypu i optymalizację konstrukcji.	W1, W2	Laboratory classes

Extended information/Additional elements

Teaching methods and techniques :

Simulation (event scenarios, VR/AR), Demonstration, Problem Based Learning, Lectures, Discussion, E-learning, Case study, Group work, Design thinking, Project Based Learning

Activities	Methods of verification	Credit conditions
Lectures	Activity during classes, Test results	zgodnie z regulaminem studiów
Audit. classes	Activity during classes, Execution of exercises, Report, Oral answer	zgodnie z regulaminem studiów
Lab. classes	Activity during classes, Execution of a project, Involvement in teamwork, Oral answer	zgodnie z regulaminem studiów

Rules of participation in given classes, indicating whether student presence at the lecture is obligatory

Lectures: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego. Auditorium classes: Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawów zadań). Ocena pracy studenta może bazować na wypowiedziach ustnych lub pisemnych w formie kolokwium, co zgodnie z regulaminem studiów AGH przekłada się na ocenę końcową z tej formy zajęć. Laboratory classes: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych.

Literature

Obligatory

1. Osiński Z.: Podstawy konstrukcji maszyn
2. Dokumentacja on line; Fusion 360, Inventor, Ansys, Strand7
3. Dobrzański T.: Rysunek techniczny maszynowy.
4. M. Niezgodziński T. Niezgodziński: Wytrzymałość materiałów - WNT - Warszawa
5. Nizioł J.: Mechanika techniczna, Warszawa, 2005.
6. Uhl T.: Projektowanie mechatroniczne. Zagadnienia wybrane. Katedra Robotyki i Dynamiki Maszyn, Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie, Kraków 2002.
7. Wojnarowski J., Nowak A.: Mechanika manipulatorów – robotów. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2007.

Optional

1. Maciej Paszyński.: Klasyczna i izogeometryczna metoda elementów skończonych 2022 skrytp AGH on-line

Scientific research and publications

Publications

1. Publikacje naukowe osoby prowadzącej projekt dostępne są w Bibliografii Publikacji Pracowników AGH (<https://bpp.agh.edu.pl/>)

Learning outcomes prescribed to a field of study

Code	Content
IBM2A_K01	potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny i przedsiębiorczy
IBM2A_K04	ma świadomość odpowiedzialności związanej z działalnością inżynierską, wpływu podejmowanych czynności na życie i zdrowie pacjentów i personelu medycznego oraz konieczności przestrzegania zasad etyki zawodowej
IBM2A_U05	potrafi wykorzystać poznane metody i modele matematyczne — w razie potrzeby odpowiednio je modyfikując — do modelowania i weryfikacji systemów biologicznych i technicznych
IBM2A_U06	potrafi posługiwać się metodami i narzędziami inżynierii biomedycznej, w tym: projektować materiały, konstrukcje, metody i urządzenia, wykorzystywać wzorce projektowe, wybierać narzędzia wspomagające projektowanie, oraz dobierać metody prototypowania i testowania, a także potrafi przeanalizować sposób działania i poddać krytycznej ocenie metody i rozwiązania techniczne zastosowane w wybranych aparatach i urządzeniach medycznych
IBM2A_W01	ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z zakresu matematyki, fizyki, chemii i biologii przydatną do formalnego opisu, modelowania i weryfikacji zjawisk, sygnałów i systemów biologicznych i technicznych
IBM2A_W08	ma podstawową wiedzę w zakresie telechirurgii i zastosowań robotów w medycynie a także ma podstawową wiedzę w zakresie inżynierii systemów rehabilitacji ruchowej
IBM2A_W09	ma podstawową wiedzę związaną z cyklem życia urządzeń technicznych wykorzystywanych w aplikacjach medycznych i biologicznych