



Konstrukcje biomechaniczne

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria Biomedyczna Specjalność Biomechanika i robotyka Jednostka organizacyjna Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej Poziom kształcenia Studia magisterskie inżynierskie II stopnia Forma studiów Stacjonarne Profil studiów Ogólnoakademicki		Cykl dydaktyczny 2025/2026 Kod przedmiotu EIBMBRS.IIi1.01565.25 Języki wykładowe polski Obligatoryjność Obowiązkowy Blok zajęciowy Przedmioty ogólne Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi Tak
Koordynator przedmiotu	Marek Iwaniec	
Prowadzący zajęcia	Marek Iwaniec, Józef Felis, Ludwin Molina-Arias	
Okres Semestr 1	Forma zaliczenia Zaliczenie Forma prowadzenia i godziny zajęć Wykład: 14 Ćwiczenia audytoryjne: 14 Ćwiczenia laboratoryjne: 14	Liczba punktów ECTS 4

Cele kształcenia dla przedmiotu

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
----	---

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Ma podstawową wiedzę z zakresu modelowania układów biologicznych i technicznych oraz inżynierskich metod obliczeniowych	IBM2A_W01, IBM2A_W09	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie projektu, Sprawozdanie, Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna
W2	Ma wiedzę dotyczącą projektowania podstawowych zespołów urządzeń medycznych i rehabilitacyjnych i ich bezpiecznego użytkowania	IBM2A_W01, IBM2A_W08	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie projektu, Sprawozdanie, Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Ma umiejętności twórczego powiązania wiedzy medycznej z metodami projektowania i prototypowania w celu budowy innowacyjnego sprzętu medycznego	IBM2A_U05, IBM2A_U06	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie projektu, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Wynik testu zaliczeniowego, Odpowiedź ustna
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Ma umiejętność poszukiwania nowych rozwiązań pomagających rozwiązywać problemy pacjenta i personelu medycznego	IBM2A_K01, IBM2A_K04	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Wykonanie projektu, Sprawozdanie, Zaangażowanie w pracę zespołu, Odpowiedź ustna

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Celem modułu jest zapoznanie studentów z wiedzą na temat konstrukcji biomechanicznych

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	14
Ćwiczenia audytoryjne	14
Ćwiczenia laboratoryjne	14
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	32
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2

Przygotowanie projektu, prezentacji, pracy pisemnej, sprawozdania	25
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 101
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 42

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
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	Wykład

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
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	Ćwiczenia audytoryjne
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	Ćwiczenia laboratoryjne

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Symulacja (np. scenariusze wydarzeń, VR/ AR), Demonstracja, instruktaż, Metoda problemowa (ang. Problem Based Learning), Mini wykład, Dyskusja, Kształcenie zdalne, Studium przypadku (ang. case study), Praca grupowa, Design thinking, Metoda projektowa (ang. Project Based Learning)

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Aktywność na zajęciach, Wynik testu zaliczeniowego	zgodnie z regulaminem studiów
Ćwiczenia audytoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie ćwiczeń, Sprawozdanie, Odpowiedź ustna	zgodnie z regulaminem studiów
Ćwiczenia laboratoryjne	Aktywność na zajęciach, Wykonanie projektu, Zaangażowanie w pracę zespołu, Odpowiedź ustna	zgodnie z regulaminem studiów

Dodatkowy opis

Praca nad mini-projektami realizowanymi na ćwiczeniach laboratoryjnych odbywa się w małych zespołach utworzonych w trakcie pierwszych zajęć. Grupy realizują tematy z listy dostarczonej przez prowadzącego z możliwością wykonania samodzielnie zapropowanego modelu po uzyskaniu akceptacji tematu przez prowadzącego.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych,

a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Uczestnictwo w wykładach jest nieobowiązkowe. Warunkiem zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych jest uzyskanie oceny wyższej niż niedostateczna ze wszystkich ćwiczeń wchodzących w skład programu laboratorium. Na tą ocenę składa się aktywność na zajęciach, odpowiedzi ustne, a także oddanie sprawozdania lub innych materiałów w zakresie i formie wymaganej przez osobę prowadzącą. W szczególności w przypadku projektów polegających na wytworzeniu oprogramowania wymagane jest przekazanie osobie prowadzącej kodu źródłowego - będącego własnością AGH. Studentom przysługują trzy terminy egzaminów zgodnie z regulaminem studiów. Do egzaminu w terminie poprawkowym wymagane jest zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych.

Sposób obliczania oceny końcowej

Średnia ważona ćwiczeń audytoryjnych, oceny z projektu oraz testu zaliczeniowego materiału wykładu.

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Nieobecność na zajęciach obowiązkowych wymaga od studenta samodzielnego opanowania przerabianego na tych zajęciach materiału i jego zaliczenia w formie i terminie wyznaczonym przez prowadzącego, nie później niż w ostatnim tygodniu trwania zajęć. Student, który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż dwa obowiązkowe zajęcia i jego częściowe wyniki w nauce były negatywne nie zalicza zajęć obowiązkowych. Student, który bez usprawiedliwienia opuścił więcej niż trzy zajęcia nie zalicza przedmiotu.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Student posiada wiedzę dotyczącą metod zapisu konstrukcji oraz komputerowego wspomagania prac inżynierskich. Zna podstawy programowania, analizy sygnałów, mechaniki i wytrzymałości materiałów. Ma umiejętność posługiwania się literaturą techniczną i medyczną w zakresie podstawowym, umiejętność pisania raportów i sprawozdań oraz prezentacji wykonanych zadań.

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: 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. Ćwiczenia audytoryjne: Studenci wykonują zadania projektowe zgodnie z materiałami i instrukcjami udostępnionymi przez prowadzącego rozwiązując przedstawione problemy i zadania korzystając z pomocy prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane przez kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Ocenie podlega sposób wykonania zadania oraz efekt końcowy. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć laboratoryjnych i wykonaniu mini-projektu.

Literatura

Obowiązkowa

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.

Dodatkowa

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

Badania i publikacje

Publikacje

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

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
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