

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Inżynieria Medyczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: I

Specjalności: Biomechanika, Inżynieria kliniczna

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Komputerowe metody modelowania w biomechanice
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WM IMED oIS B40 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	5

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
5	15	0	0	0	15	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Poznanie metod i zdobycie umiejętności w zakresie inżynierskiego modelowania materiałów, procesów i układów biomechanicznych.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

- 1 Znajomość zagadnień związanych z projektowaniem wspomaganym komputerowo oraz modelowaniem 3D.
- 2 Znajomość zagadnień z obszaru anatomii, wytrzymałości materiałów, biomateriałów, biomechaniki, metod elementów skończonych.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, w szczególności z wykorzystaniem praw z dziedziny wytrzymałości materiałów i podstaw konstrukcji maszyn, podstaw projektowania wspomaganego komputerowo oraz metod numerycznych analizy konstrukcji mających zastosowanie w bioinżynierii. Zna metody interpretacji wyników obliczeń i analiz (z uwzględnieniem wyężenia materiału; złożonych stanów obciążenia; metod doświadczalnych badań właściwości materiałów) oraz formułowania wniosków konieczne do definiowania i rozwiązywania problemów inżynierskich w biomechanice.

EK2 Wiedza Student zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów, podstaw projektowania wspomaganego komputerowo oraz metod numerycznych i analizy konstrukcji w projektowaniu urządzeń biotechnicznych w ortopedii, protetyce i rehabilitacji, w tym również indywidualnych implantów z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej oraz metod obrazowania medycznego.

EK3 Umiejętności Student potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej, w zastosowaniu do układów biomechanicznych. Potrafi interpretować wyniki obliczeń i analiz (z uwzględnieniem wiedzy z zakresu wyężenia materiału, złożonych stanów obciążenia; metod doświadczalnych badań właściwości materiałów) oraz formułować wnioski w zakresie problemów inżynierskich w biomechanice.

EK4 Umiejętności Student potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać rozwinięte komercyjne inżynierskie narzędzia symulacyjne, jak na przykład programy MES i inne stosowane w inżynierii mechanicznej, uwzględniając zagadnienia biomechaniki do rozwiązywania problemów z obszaru inżynierii medycznej.

EK5 Umiejętności Student potrafi rozwiązywać postawione problemy z zakresu inżynierii medycznej na poziomie inżynierskim za pomocą narzędzi obliczeniowych analitycznych oraz symulacji komputerowej procesów rzeczywistych zachodzących w organizmie człowieka; potrafi zastosować metody eksperymentalne do diagnostyki i rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu bioinżynierii mechanicznej, w tym układów biomechanicznych oraz interakcji pomiędzy tkanką żywą a implantem.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Podstawy segmentacji, edycji masek i tworzenia geometrii 3D w programie Mimics na bazie zdjęć z tomografii komputerowej (TK).	4
P2	Wykonanie geometrii struktur anatomicznych na podstawie obrazów z rezonansu magnetycznego. Przeprowadzenie segmentacji z użyciem narzędzi: 3D LiveWire, Smart Expand, 3D Interpolate. Optymalizacja modelu 3D i sprawdzenie dokładności odwzorowania.	4

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P3	Przygotowanie geometrii do analiz numerycznych MES na bazie obrazów z mikro tomografii. Wykonanie złożenia modelu kości-implantu (dopasowanie powierzchni węzeł-węzeł) na potrzeby symulacji MES. Przypisywanie własności materiałowych w programie Mimics.	3
P4	Projekt zaliczeniowy	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Cele komputerowego modelowania w biomechanice. Rola systemów CAD/CAM w inżynierii biomedycznej. Sposoby inżynierskiego zapisu układów biomechanicznych.	3
W2	Specyfikacja układów biomechanicznych a założenia upraszczające (geometryczne, materiałowe). Obiekt fizyczny, matematyczny, numeryczny, geometryczny założenia i uproszczenia.	2
W3	Podstawy metody elementów skończonych (MES) wykorzystywane w procesach modelowania w biomechanice. Wykorzystanie gotowych programów inżynierskich do obliczeń numerycznych oraz analizy wyników.	2
W4	Prawo podobieństwa modelowego. Antropometria w modelowaniu 3D w biomechanice.	2
W5	Modelowanie materiałów i struktur kostnych, stawów, ścięgien i więzadeł. Modelowanie procesów biologicznych tkanek, remodeling tkanek.	2
W6	Modelowanie interakcji pomiędzy tkanką żywą a implantem. Poznanie metod obliczeniowych stosowanych w biomechanice oraz analiza problemów w biomechanice urazów. Metody modelowania procesów zachodzących w organizmie człowieka.	2
W7	Rola modelowania komputerowego w symulacjach wypadków komunikacyjnych. Przegląd programów komputerowych wspomagających proces rekonstrukcji.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia projektowe

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	5
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	10
Opracowanie wyników	5
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	5
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	60
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Projekt indywidualny

F2 Test z wykładu

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona: Ocena z projektu * (0,6) + ocena z testu *(0,4)

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania oceny pozytywnej z każdego efektu kształcenia.

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student zna inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, podstaw projektowania wspomaganego komputerowo oraz metod numerycznych analizy konstrukcji mających zastosowanie w bioinżynierii. Zna metody interpretacji wyników obliczeń i analiz oraz formułowania wniosków konieczne do definiowania i rozwiązywania problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25.

NA OCENĘ 3.5	Student zna inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych analizy konstrukcji mających zastosowanie w bioinżynierii. Zna metody interpretacji wyników obliczeń i analiz oraz formułowania wniosków konieczne do definiowania i rozwiązywania problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 3,26-3,75.
NA OCENĘ 4.0	Student zna inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych analizy konstrukcji mających zastosowanie w bioinżynierii. Zna metody interpretacji wyników obliczeń i analiz oraz formułowania wniosków konieczne do definiowania i rozwiązywania problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25.
NA OCENĘ 4.5	Student zna inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych analizy konstrukcji mających zastosowanie w bioinżynierii. Zna metody interpretacji wyników obliczeń i analiz oraz formułowania wniosków konieczne do definiowania i rozwiązywania problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 4,26-4,59.
NA OCENĘ 5.0	Student zna inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie mechaniki, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych analizy konstrukcji mających zastosowanie w bioinżynierii. Zna metody interpretacji wyników obliczeń i analiz oraz formułowania wniosków konieczne do definiowania i rozwiązywania problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 4,6-5,0.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych i analizy konstrukcji w projektowaniu urządzeń biotechnicznych w ortopedii, protetyce i rehabilitacji, w tym również indywidualnych implantów z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej oraz metod obrazowania medycznego. Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25.
NA OCENĘ 3.5	Student zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych i analizy konstrukcji w projektowaniu urządzeń biotechnicznych w ortopedii, protetyce i rehabilitacji, w tym również indywidualnych implantów z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej oraz metod obrazowania medycznego. Uzyskał średnią ważoną 3,26-3,75.
NA OCENĘ 4.0	Student zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych i analizy konstrukcji w projektowaniu urządzeń biotechnicznych w ortopedii, protetyce i rehabilitacji, w tym również indywidualnych implantów z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej oraz metod obrazowania medycznego. Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25.

NA OCENĘ 4.5	Student zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych i analizy konstrukcji w projektowaniu urządzeń biotechnicznych w ortopedii, protetyce i rehabilitacji, w tym również indywidualnych implantów z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej oraz metod obrazowania medycznego. Uzyskał średnią ważoną 4,26-4,59.
NA OCENĘ 5.0	Student zna i rozumie inżynierskie metody obliczeniowe w zakresie biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów, podstaw projektowania wspomagane komputerowo oraz metod numerycznych i analizy konstrukcji w projektowaniu urządzeń biotechnicznych w ortopedii, protetyce i rehabilitacji, w tym również indywidualnych implantów z wykorzystaniem metod inżynierii odwrotnej oraz metod obrazowania medycznego. Uzyskał średnią ważoną 4,6-5,0.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej, w zastosowaniu do układów biomechanicznych. Potrafi interpretować wyniki obliczeń i analiz oraz formułować wnioski w zakresie problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej, w zastosowaniu do układów biomechanicznych. Potrafi interpretować wyniki obliczeń i analiz oraz formułować wnioski w zakresie problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 3,26-3,75.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej, w zastosowaniu do układów biomechanicznych. Potrafi interpretować wyniki obliczeń i analiz oraz formułować wnioski w zakresie problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej, w zastosowaniu do układów biomechanicznych. Potrafi interpretować wyniki obliczeń i analiz oraz formułować wnioski w zakresie problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 4,26-4,59.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi wykorzystać program symulacji komputerowej do zagadnień w zakresie inżynierii mechanicznej na poziomie inżynierskim oraz zinterpretować dane uzyskane na drodze symulacji komputerowej, w zastosowaniu do układów biomechanicznych. Potrafi interpretować wyniki obliczeń i analiz oraz formułować wnioski w zakresie problemów inżynierskich w biomechanice. Uzyskał średnią ważoną 4,6-5,0.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać programy MES i inne stosowane w inżynierii mechanicznej, uwzględniając zagadnienia biomechaniki do rozwiązywania problemów z obszaru inżynierii medycznej. Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać programy MES i inne stosowane w inżynierii mechanicznej, uwzględniając zagadnienia biomechaniki do rozwiązywania problemów z obszaru inżynierii medycznej. Uzyskał średnią ważoną 3,26-3,75.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać programy MES i inne stosowane w inżynierii mechanicznej, uwzględniając zagadnienia biomechaniki do rozwiązywania problemów z obszaru inżynierii medycznej. Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać programy MES i inne stosowane w inżynierii mechanicznej, uwzględniając zagadnienia biomechaniki do rozwiązywania problemów z obszaru inżynierii medycznej. Uzyskał średnią ważoną 4,26-4,59.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi w stopniu podstawowym wykorzystywać programy MES i inne stosowane w inżynierii mechanicznej, uwzględniając zagadnienia biomechaniki do rozwiązywania problemów z obszaru inżynierii medycznej. Uzyskał średnią ważoną 4,6-5,0.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0.
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi rozwiązywać postawione problemy z zakresu inżynierii medycznej na poziomie inżynierskim za pomocą narzędzi obliczeniowych analitycznych oraz symulacji komputerowej procesów zachodzących w organizmie człowieka; potrafi zastosować metody eksperymentalne do diagnostyki i rozwiązywania zadań inżynierskich, w tym układów biomechanicznych oraz interakcji pomiędzy tkanką żywą a implantem. Uzyskał średnią ważoną 3,0-3,25.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi rozwiązywać postawione problemy z zakresu inżynierii medycznej na poziomie inżynierskim za pomocą narzędzi obliczeniowych analitycznych oraz symulacji komputerowej procesów zachodzących w organizmie człowieka; potrafi zastosować metody eksperymentalne do diagnostyki i rozwiązywania zadań inżynierskich, w tym układów biomechanicznych oraz interakcji pomiędzy tkanką żywą a implantem. Uzyskał średnią ważoną 3,26-3,75.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi rozwiązywać postawione problemy z zakresu inżynierii medycznej na poziomie inżynierskim za pomocą narzędzi obliczeniowych analitycznych oraz symulacji komputerowej procesów zachodzących w organizmie człowieka; potrafi zastosować metody eksperymentalne do diagnostyki i rozwiązywania zadań inżynierskich, w tym układów biomechanicznych oraz interakcji pomiędzy tkanką żywą a implantem. Uzyskał średnią ważoną 3,76-4,25.

NA OCENĘ 4.5	Student potrafi rozwiązywać postawione problemy z zakresu inżynierii medycznej na poziomie inżynierskim za pomocą narzędzi obliczeniowych analitycznych oraz symulacji komputerowej procesów zachodzących w organizmie człowieka; potrafi zastosować metody eksperymentalne do diagnostyki i rozwiązywania zadań inżynierskich, w tym układów biomechanicznych oraz interakcji pomiędzy tkanką żywą a implantem. Uzyskał średnią ważoną 4,26-4,59.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi rozwiązywać postawione problemy z zakresu inżynierii medycznej na poziomie inżynierskim za pomocą narzędzi obliczeniowych analitycznych oraz symulacji komputerowej procesów zachodzących w organizmie człowieka; potrafi zastosować metody eksperymentalne do diagnostyki i rozwiązywania zadań inżynierskich, w tym układów biomechanicznych oraz interakcji pomiędzy tkanką żywą a implantem. Uzyskał średnią ważoną 4,6-5,0.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1	P1 P2 P3 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2	F1 F2 P1
EK2		Cel 1	P1 P2 P3 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2	F1 F2 P1
EK3		Cel 1	P1 P2 P3 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2	F1 F2 P1
EK4		Cel 1	P1 P2 P3 P4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2	F1 F2 P1
EK5		Cel 1	P1 P2 P3 P4 W1 W2 W3 W4 W5 W6 W7	N1 N2	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] - — *Mimics Student Edition Course Book*, -, 2018, Materialise
- [2] - — *Ansys Workbench Users Guide*, USA, 2009, SAS IP Inc
- [3] | Nałęcz M. (red.) — *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna. Tom 5. Biomechanika i inżynieria rehabilitacyjna*, Warszawa, 2001, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | Nałęcz M. (red.) — *Biocybernetyka i inżynieria biomedyczna. Tom 3. Sztuczne narządy*, Warszawa, 2001, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Sylwia, Dominika Łagan (kontakt: sylwia.lagan@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Sylwia Łagan (kontakt: sylwia.lagan@pk.edu.pl)

2 dr inż. Agnieszka Chojnacka-Brożek (kontakt: achojnacka@mech.pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....