

WYDZIAŁ PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim :	METODY DOŚWIADCZALNE I NUMERYCZNE W BIOMECHANICE
Nazwa w języku angielskim:	NUMERICAL AND EXPERIMENTAL METHODS IN BIOMECHANICS
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	INŻYNIERIA BIOMEDYCZNA
Specjalność (jeśli dotyczy):	BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA
Stopień studiów i forma:	I / II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*
Rodzaj przedmiotu:	obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany*
Kod przedmiotu	ARM015301L
Grupa kursów	TAK / NIE*

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)			45		
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)			90		
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS			3		
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)					
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)			2		

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

Zaliczone kursy:

1. Biomechanika Inżynierska (MDM000146W).
2. Projektowanie konstrukcji mechanicznych 1 (MMM010154L).
3. Biomateriały (MDM010147W).
4. Metody numeryczne w biomechanice (ARM005303W, ARM005303L).

CELE PRZEDMIOTU

- C1 Uzyskanie wiedzy i umiejętności pozwalających na praktyczne zastosowanie MES do analizy stanu odkształcenia i naprężenia w elementach konstrukcyjnych (implantach) i elementach układu kostnego.
- C2 Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie walidacji modeli numerycznych.

*niepotrzebne skreślić

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Z zakresu wiedzy:

- PEK-W01 Ma wiedzę o metodzie elementów skończonych (MES).
 PEK-W02 Ma ugruntowaną wiedzę o zasadach tworzenia modeli numerycznych układów: implant – elementy układu kostnego oraz definiowania warunków brzegowych dla takich modeli.
 PEK-W03 Zna techniki walidacji modeli numerycznych.

Z zakresu umiejętności:

- PEK-U01 Potrafi opracować modele numeryczne elementów konstrukcyjnych implantów i fragmentów układu kostnego.
 PEK-U02 Potrafi przeprowadzić weryfikację modelu numerycznego.
 PEK-U03 Potrafi przeprowadzić obliczenia MES i dokonać analizy wyników uzyskanych w programie Ansys.

Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK-K01 Ma świadomość roli inżyniera w rozwoju cywilizacyjnym.
 PEK-K02 Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżyniera i rozumie związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane decyzje.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - Laboratorium		Liczba godzin
La1	Opracowanie założeń do budowy trójwymiarowego modelu numerycznego wskazanego układu: implant – fragment układu kostnego. Identyfikacja geometrii rzeczywistego implantu, topografii powierzchni, rodzaju materiału, a także funkcjonalności poszczególnych fragmentów implantu. Opracowanie strategii budowy modelu.	2
La2	Określenie uproszczeń przyjętych w modelu i ich uzasadnienie merytoryczne. Określenie wymiarów, rodzaju i wartości obciążenia, zbioru parametrów mechanicznych przewidzianych do analizy. Tworzenie geometrii implantu.	2
La3	Kontynuacja prac nad modelem geometrycznym implantu.	2
La4	Kontynuacja prac nad modelem geometrycznym implantu.	2
La5	Kontynuacja prac nad modelem geometrycznym implantu.	2
La6	Wybór typu elementu skończonego. Podział geometrii modelu na siatkę elementów skończonych, zróżnicowanie gęstości siatki, optymalizacja siatki.	2
La7	Kontynuacja prac nad optymalizacją dyskretyzacji modelu.	2
La8	Zdefiniowanie warunków brzegowych dla opracowanego modelu. Przeprowadzenie wstępnych obliczeń MES w celu uzyskania wyników do walidacji modelu. Prezentacja wyników prac nad modelem.	2
La9	Określenie parametru mechanicznego (przemieszczenie, odkształcenie), na podstawie którego prowadzona będzie walidacja modelu. Wybór doświadczalnej metody pomiarowej do weryfikacji modelu (spośród metod badawczych stosowanych w laboratorium ZIBiME). Sformułowanie założeń do budowy stanowiska pomiarowego.	2
La10	Konfiguracja stanowiska pomiarowego, zamontowanie badanego modelu fizycznego układu: implant – fragment układu kostnego na stanowisku.	2
La11	Przeprowadzenie badań, wyznaczenie wartości analizowanego parametru dla przyjętych warunków obciążenia. Opracowanie wyników badań.	2
La12	Walidacja modelu numerycznego. Porównanie wyników uzyskanych ze wstępnych symulacji MES i badań doświadczalnych. Określenie stopnia rozbieżności uzyskanych wyników. Analiza czynników związanych z modelem numerycznym, które mogą mieć wpływ na poprawę zbieżności	2

	uzyskanych wyników.	
La13	Wprowadzenie modyfikacji do modelu numerycznego i sprawdzenie ich wpływu na zbieżność uzyskanych wyników z wynikami eksperymentu.	2
La14	Kontynuacja prac na modyfikacją modelu.	2
La15	Opracowanie finalnej postaci modelu numerycznego układu: implant – fragment układu kostnego. Prezentacja końcowa osiągniętych wyników.	2
	Suma godzin	30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Komputer, oprogramowanie Ansys.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Oceny F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01 PEK_W02 PEK_U01 PEK_K01 PEK_K02	Prezentacja wyników prac nad modelem numerycznym (prezentacja na forum grupy).
F2	PEK_W01 PEK_W02 PEK_W03 PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 PEK_K01 PEK_K02	Prezentacja końcowa osiągniętych wyników (prezentacja na forum grupy).
$P = 1/3F1 + 2/3F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA:

[1] Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T., Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych. Ofic. Wyd. PWr., Wrocław, 2000.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:

Czasopisma (e-czasopisma, BG, PWr): Journal of Biomechanics, Clinical Biomechanics

OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

Dr inż. Jarosław Filipiak, jaroslaw.filipiak@pwr.wroc.pl

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU
Metody doświadczalne i numeryczne w biomechanice
Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Inżynieria Biomedyczna
I SPECJALNOŚCI Biomechanika Inżynierska

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)	Cele przedmiotu**	Treści programowe**	Numer narzędzia dydaktycznego**
PEK_W01 (wiedza)	K1IBM_W09_S1BIN	C1	La1-La15	N1
PEK_W02	K1IBM_W09_S1BIN	C1	La1-La15	N1
PEK_W03	K1IBM_W11_S1BIN	C2	La8-La15	N1
PEK_U01 (umiejętności)	K1IBM_U14_S1BIN	C1	La1-La15	N1
PEK_U02	K1IBM_U14_S1BIN	C1, C2	La8-La15	N1
PEK_U03	K1IBM_U16_S1BIN	C1, C2	La1-La15	N1
PEK_K01 (kompetencje)	K1IBM_K07	C1, C2	La1-La15	N1
PEK_K02	K1IBM_K02	C1, C2	La1-La15	N1

** - z tabeli powyżej