Załącznik nr 9
do Zarządzenia Rektora nr 35/19
z dnia 12 czerwca 2019 r.

IV. Opis programu studiów

3. KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	**M#1-S1-WP-PFP-510**
Nazwa przedmiotu	**Metody komputerowe w mechanice**
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	**Computer Methods in Mechanics**
Obowiązuje od roku akademickiego	**2019/2020**

USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	**WZORNICTWO PRZEMYSŁOWE**
Poziom kształcenia	**I stopień**
Profil studiów	**ogólnoakademicki**
Forma i tryb prowadzenia studiów	**studia stacjonarne**
Zakres	**projektowanie form przemysłowych**
Jednostka prowadząca przedmiot	**Katedra Technologii Mechanicznej i Metrologii**
Koordynator przedmiotu	**dr inż. Marcin Graba**
Zatwierdził	

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	**przedmiot specjalnościowy**
Status przedmiotu	**wybieralny**
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	**semestr 5**
Wymagania wstępne	**Matematyka / Mechanika ogólna / Wytrzymałość materiałów**
Egzamin (TAK/NIE)	NIE
Liczba punktów ECTS	**3**

Forma prowadzenia zajęć	**wykład**	**ćwiczenia**	**laboratorium**	**projekt**	**seminarium**
Liczba godzin w semestrze	**15**		**15**	**15**	

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma wiedzę w zakresie matematyki obejmującą algebrę, analizę, statystykę, wybrane metody numeryczne, niezbędną do rozwiązywania zagadnień inżynierskich, oraz modelowania matematycznego, w tym wiedzę niezbędną do: • modelowania i analizy układów mechanicznych; • wykonywania obliczeń przy projektowaniu procesów technologicznych; • opisu i przewidywania właściwości eksploatacyjnych urządzeń, obiektów i systemów technicznych.	WP1_W01
	W02	Ma elementarną wiedzę w zakresie sieci komputerowych oraz systemów operacyjnych niezbędną do instalacji, obsługi i utrzymania podstawowych narzędzi informatycznych takich pakiety biurowe, inżynierskie programy graficzne, programy obliczeniowe i programy do modelowania	WP1_W04
	W03	Ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę w zakresie statyki, układów ciał sztywnych oraz kinematyki i dynamiki ciała sztywnego, oraz ma podstawową wiedzę w zakresie drgań i hałasu	WP1_W11
	W04	Ma wiedzę w zakresie analizy wytrzymałościowej podstawowych konstrukcji mechanicznych	WP1_W12
Umiejętności	U01	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne z zakresu projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn	WP1_U08
	U02	Potrafi ocenić przydatność rutynowych metod i narzędzi służących do rozwiązania prostego zadania inżynierskiego o charakterze praktycznym w zakresie projektowania, wytwarzania i eksploatacji maszyn oraz wybrać i zastosować właściwą metodę i narzędzia	WP1_U12
	U03	Potrafi wykonywać proste analizy wytrzymałościowe oraz analizy ruchu ciał materialnych przy wykorzystywaniu klasycznych metod obliczeniowych	WP1_U13
	U04	Potrafi ocenić przydatność podstawowych metod i narzędzi służących do rozwiązywania prostych zadań inżynierskich	WP1_U20
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy) co prowadzi do podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych	WP1_K01
	K02	Ma świadomość ważności profesjonalnego działania, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur i religii	WP1_K03
	K03	Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania	WP1_K04
	K04	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i rozumie potrzebę przekazywania opinii publicznej w sposób zrozumiały informacji dotyczących osiągnięć związanych z kierunkiem studiów „Wzornictwo przemysłowe”	WP1_K06

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć*	Treści programowe
wykład	Omówienie zagadnień na cały semestr. Omówienie zasad zaliczenia wykładu z przedmiotu. Wprowadzenie do zagadnień mechaniki komputerowej. Schemat komputerowej analizy konstrukcji, modele matematyczne dla problemów mechaniki.
	Zastosowanie wybranych metod numerycznych do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu (metoda najmniejszych kwadratów, metoda różnic skończonych).
	Omówienie teoretycznych podstaw metody Rayleigha-Ritza i metody Bubnowa-Galerkina – zastosowanie ich do rozwiązywania zagadnień praktycznych.
	Podstawowe etapy procedury metody elementów skończonych (MES): dyskretyzacja obszaru rozwiązania, interpolacja w elemencie skończonym, agregacja, zbieżność rozwiązania skończenie elementowego. Przykład rozwiązania równania różniczkowego zwyczajnego drugiego rzędu z wykorzystaniem MES.
	Zastosowanie MES do problemu ustalonego przepływu ciepła w obszarze 2D. Model matematyczny w sformułowaniu lokalnym, liniowy element trójkątny, układ równań MES.
	Zastosowanie MES do liniowego problemu teorii sprężystości. Układ równań problemu, sformułowanie wariacyjne, element trójkątny stałego odkształcenia, układ równań MES.
	Zastosowanie MES do problemów 1D i 2D zależnych od czasu. Równania MES równowagi dynamicznej, pół dyskretne modele MES, drgania własne.
	Kolokwium zaliczeniowe w postaci testu.
laboratorium	Wprowadzenie do zajęć. Omówienie zagadnień na cały semestr. Omówienie zasad zaliczenia laboratorium z przedmiotu. Wydanie tematów prac semestralnych. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu z wykorzystaniem wybranych programów komputerowych wspomagających obliczenia matematyczne. Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu metodą najmniejszych kwadratów oraz metodą różnic skończonych.
	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu metodą Bubnowa – Galerkina.
	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu metodą Rayleigha – Ritza.
	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 – rozwiązanie równania różniczkowego zwyczajnego drugiego rzędu metodą analityczno-komputerową oraz z wykorzystaniem wybranej metody numerycznej.
	Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych drugiego rzędu z wykorzystaniem metody elementów skończonych (MES)
	Rozwiązanie MES problemu ustalonego przepływu ciepła w obszarze 2D.
	Rozwiązanie MES tarczy w płaskim stanie naprężenia.
	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 – rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów brzegowych lub równań różniczkowych wg określonej metody.
projekt	Wprowadzenie do zajęć. Omówienie zagadnień na cały semestr. Omówienie zasad zaliczenia projektu z przedmiotu. Wydanie tematów prac semestralnych. Symulacja statycznej próby rozciągania – wpływ wymiarów geometrycznych próbki, wpływ geometrii próbki
	Symulacja zginania belki o określonym przekroju (zginanie belki umocowanej w ścianie, trójpunktowe zginania, zginanie czystym momentem – czteropunktowe zginanie)
	Symulacja rozciągania płyty z otworem eliptycznym – zagadnienie Inglisa (wpływ wymiarów płyty, wpływ geometrii płyty, wpływ geometrii elipsy, wpływ wymiarów elipsy).

	Kolokwium zaliczeniowe nr 1 - rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów praktycznych, rozwiązanie zagadnienia praktycznego w wybranym solverze z zakresu MES.
	Optymalizacja siatki elementów skończonych na przykładzie symulacji rozciągania płyty z otworem okrągłym.
	Ocena wpływu rodzaju i wymiarów karbu na rozkład naprężeń w próbce poddanej rozciąganiu – symulacje MES.
	Ocena wpływu rodzaju i wymiarów karbu na rozkład naprężeń w belce poddawanej trójpunktowemu zginaniu – symulacje MES.
	Kolokwium zaliczeniowe nr 2 – rozwiązywanie problemów praktycznych, określenie algorytmu w rozwiązywaniu problemów praktycznych, rozwiązanie zagadnienia praktycznego w wybranym solverze z zakresu MES.

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia *(zaznaczyć X)*					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X	X	X	X
W02			X	X	X	X
W03			X	X	X	X
W04			X	X	X	X
U01			X	X	X	X
U02			X	X	X	X
U03			X	X	X	X
U04			X	X	X	X
K01			X	X	X	X
K02			X	X	X	X
K03			X	X	X	X
K04			X	X	X	X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć*	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	**zaliczenie z oceną**	Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwium zaliczeniowego w postaci testu, składającego się z pytań otwartych i pytań zamkniętych
laboratorium	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów: • z 6 prac zrealizowanych w ramach zajęć laboratoryjnych; • z 2 kolokwiów przeprowadzanych na zajęciach; • z pracy semestralnej.
projekt	zaliczenie z oceną	Uzyskanie co najmniej 50% punktów: • z 6 prac zrealizowanych w ramach zajęć projektowych; • z 2 kolokwiów przeprowadzanych na zajęciach; • z pracy semestralnej.

*) zostawić tylko realizowane formy zajęć

NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS

Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta					Jed-nostka
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	W	C	L	P	S	h
		15		15	15		
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2	2		h
3.	**Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego**	**51**					h
4.	**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego**	**2,0**					ECTS
5.	**Liczba godzin samodzielnej pracy studenta**	**24**					h
6.	**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy**	**1,0**					ECTS
7.	**Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym**	**50**					h
8.	**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym**	**2,0**					ECTS
9.	**Sumaryczne obciążenie pracą studenta**	**75**					h
10.	**Punkty ECTS za moduł** *1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta*	**3**					ECTS

LITERATURA

1.
2. Cichoń, C., Metody obliczeniowe, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce, 2005.
3. Cichoń C., Cecot W., Krok J., Pluciński P. Metody komputerowe w liniowej mechanice konstrukcji. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010.
4. Rakowski G., Kacprzyk Z. Metoda elementów skończonych w mechanice konstrukcji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
5. Instrukcje wewnętrzne programów typu „Manual" do programów SolidWorks Simulation, ADINA, Abaqus, Ansys
6. Klaus-Jürgen Bathe, Finite Element Procedures, Second Edition; adres strony www: http://web.mit.edu/kjb/www/Books/FEP_2nd_Edition_6th_Printing.pdf
7. Klaus-Jürgen Bathe, Finite Element Procedures, Second Edition; Solutions to exercises in the book adres strony www: http://web.mit.edu/kjb/www/Principal_Publications/FEP_solutions.pdf