

KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	Modelowanie układów dynamicznych
Nazwa modułu w języku angielskim	Modelling of dynamic systems
Obowiązuje od roku akademickiego	2013/2014

A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Mechanika i Budowa Maszyn
Poziom kształcenia	II stopień
Profil studiów	ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Specjalność	Systemy CAD/CAE
Jednostka prowadząca moduł	Katedra Podstaw Konstrukcji Maszyn
Koordynator modułu	Dr hab. Ihor Rokach
Zatwierdził:	

B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	specjalnościowy
Status modułu	obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	pierwszy
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	letni
Wymagania wstępne	Mechanika ogólna, wytrzymałość materiałów, metoda elementów skończonych
Egzamin	tak
Liczba punktów ECTS	6

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
w semestrze	30		30		

C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Cel modułu	Zadaniem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z podstawowymi metodami modelowania układów mechanicznych poddanych działaniu dynamicznego obciążenia.
	W ramach wykładu studenci otrzymują wiadomości o podstawowych modelach układów dynamicznych, metodach rozwiązywania odpowiednich równań, praktycznych metodach analizy modalnej. Podczas zajęć laboratoryjnych studenci nabywają praktyczne nawyki w modelowaniu typowych układów mechanicznych za pomocą kilku typów programów CAE

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Student ma pogłębioną i uporządkowaną wiedzę w zakresie dynamiki elementów konstrukcji maszyn	w	K_W01 K_W04	T2A_W01, T2A_W04
W_02	Zna podstawowe metody modelowania drgań elementów konstrukcji maszyn	w	K_W04	T2A_W07
W_03	Zna podstawowe metody modelowania reakcji elementów konstrukcji maszyn na dowolny impuls obciążenia	w, l	K_W04	T2A_W01, T2A_W07
U_01	Potrafi posługiwać się literaturą fachową w języku angielskim	w,l	K_U01	T2A_U01
U_02	Potrafi opracować prosty model dynamiczny elementu konstrukcji w programie SimulationX	l	K_U07, K_U09	T2A_U7, T2A_U8, T2A_U9
U_03	Potrafi opracować model i przeprowadzić symulację reakcji konstrukcji na dynamiczne obciążenie za pomocą metody elementów skończonych	l	K_U12	T2A_U08, T2A_U18
K_01	potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role	l	K_K03	T2A_K03

Treści kształcenia:

1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Podstawowe wiadomości. Warunki zaliczenia przedmiotu. Wprowadzenie: układy liniowe; zasada d'Alemberta, Eulera-Lagrange'a. Przykłady zastosowania. Równanie własnych drgań dla układu z 1 stopniem swobody (UJSS). Metody wyznaczania momentu bezwładności dla ciał o skomplikowanym kształcie..	W_01, W_02
2	UJSS (Cd). Przykłady wyprowadzania równań drgań własnych dla typowych elementów maszyn. Energetyczna metoda wyznaczania częstotliwości drgań własnych.	W_01, W_02
3	UJSS (cd). Masa zastępcza. Przykłady sprowadzenia skomplikowanych układów mechanicznych do UJSS. Relacja pomiędzy ugięciem statycznym a częstotliwością drgań własnych	W_01, W_02
4	Kolokwium nr 1. Wyprowadzanie równań ruchu dla prostych układów mechanicznych.	W_01, W_02
5	UJSS (cd). Drgania wymuszone. Wymuszenie harmoniczne. Zjawisko rezonansu.	W_01, W_02
6	UJSS (cd). Drgania wymuszone przy dowolnym obciążeniu. Podstawowe rodzaje obciążeń nieokresowych. Współczynnik dynamiczny. Wpływ tłumienia. Tłumienie krytyczne. Praktyczne metody oszacowania tłumienia. Pojęcie wagi. Wskazówki praktyczne dt wyboru metody aproksymacji	W_01, W_03, U_03
7	UJSS (cd). Podstawy wibroizolacji maszyn i urządzeń. Projektowanie fundamentów.	W_01, W_02
8	Kolokwium nr 2	W_01, W_02

9	Układy z dwoma stopniami swobody (UDSS). Równania ruchu UDSS. Macierz mas. Mody (postacie) drgań własnych. Normalizacja mod.	W_01, W_02
10	Układy z N stopniami swobody. Układy równań drgań własnych dla układów liniowych. Reakcja układu na wymuszenie harmoniczne i obciążenie o dowolnym kształcie. Metoda superpozycji modalnej	W_01, W_02, W_03
11	Aktywna wibroizolacja maszyn i urządzeń. Metody bilansowania maszyn.	W_01, W_02
12	Układy z nieskończoną ilością stopni swobody. Równanie ruchu: pręt, belka. Postaci i częstotliwości drgań własnych dla prętów i belek, wpływ zamocowania.	W_01, W_02
13	Zagadnienia dynamiczne w ujęciu MES. Dwa rodzaje macierzy mas. Wyznaczanie częstotliwości i postaci drgań własnych. Podstawowe algorytmy używane do rozwiązywania tego typu zagadnień na przykładzie programu ADINA.	W_01, W_02, W_03
14	Całkowanie równań ruchu za pomocą niejawniej metody Newmarka. Różne warianty tej metody. Metody jawne (różnic centralnych). Warunkowa stabilność metod jawnych.	W_01, W_03
15	Kolokwium nr 3	W_01,W_02, W_03

2. Treści kształcenia w zakresie zadań laboratoryjnych

Nr zajęć lab.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	Zapoznanie się ze środowiskiem programu <i>SimulationX</i> . Proste modele układów z 1 i 2 stopniami swobody.	U_01, U_02
2	Badanie zachowania się prostych układów mechanicznych pod wpływem harmonijnego obciążenia i uderzenia.	U_01, U_02
3	Opracowanie modelu samochodu osobowego za pomocą <i>SimulationX</i> .	U_01,U_02
4	Opracowanie modelu manipulatora dwuramiennego za pomocą <i>SimulationX</i> . Losowanie tematów mini-projektów.	U_01, U_02
5	Modelowanie ustalonego trybu pracy wałów w <i>SimulationX</i> .	U_01, U_02
6	Sprawdzian wiedzy z zakresu zajęć 1-5.	U_01, U_02
7	Wyznaczanie częstotliwości drgań własnych: <i>SimulationX</i> i ADINA.	U_01, U_02, U_03
8	Drgania w układach z N stopniami swobody. Wpływ typu modelu MES (belkowy, płaski, 3D) na dokładność wyznaczania częstotliwości drgań własnych.	U_01,U_03
9	Wpływ naprężeń początkowych na częstotliwości własne.	U_01, U_03
10	Sprawdzian wiedzy z zakresu zajęć 6-9.	
11	Geometrycznie nieliniowe zagadnienia – drgania łopatk wirującej turbiny.	U_01, U_03
12	Wyznaczanie reakcji konstrukcji na dowolne obciążenie MES. Jawne i niejawne metody całkowania równań ruchu.	U_01, U_03
13-14	Analiza dynamiczna MES w Femap/NX Nastran.	U_01, U_03
15	Sprawdzian wiedzy z zakresu zajęć 11-14.	U_01, U_02, U_03

Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia (sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)
W_01- W_03	Kolokwia pisemne nr 1-3. Sprawdzana jest zarówno wiedza teoretyczna jak i umiejętność rozwiązywania prostych zagadnień analitycznie
U_01	W czasie zajęć laboratoryjnych studenci muszą posługiwać się pomocą programów <i>SimulationX</i> , ADINA, Femap/NX Nastran w j. angielskim
U_02, U_03	Sprawdziany umiejętności nr 1-3 w czasie zajęć laboratoryjnych
K_01	Obserwacja postawy studenta podczas zajęć laboratoryjnych

D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

Bilans punktów ECTS		
	Rodzaj aktywności	obciążenie studenta
1	Udział w wykładach	30 godzin
2	Udział w ćwiczeniach	
3	Udział w laboratoriach	30 godzin
4	Udział w konsultacjach (2 razy w semestrze)	4 godziny
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	
7	Udział w egzaminie	2 godziny
8		
9	Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	66 godzin
10	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	2,6 ECTS
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	18 godzin
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwiów	18 godzin
14	Wykonanie sprawozdań	10 godzin
15	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	12 godzin
16	Przygotowanie do sprawdzianów z laboratorium	14 godzin
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	
18	Przygotowanie do egzaminu	12 godzin
19		
20	Liczba godzin samodzielnej pracy studenta	84 godzin
21	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	3,4 ECTS
22	Sumaryczne obciążenie pracą studenta	150 godzin
23	Punkty ECTS za moduł <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	6 ECTS
24	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	66 godzin
25	Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	2,6 ECTS

E. LITERATURA

Wykaz literatury	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cempel, Cz., <i>Drgania mechaniczne. Wprowadzenie</i>, wyd. 2, Politechnika Poznańska, 1984. 2. Clough, R.W., Penzien, J., <i>Dynamics of Structures</i>, 3rd ed., Computers & Structures, Inc., 2003. 3. Giergiel, J., <i>Drgania układów mechanicznych</i>, AGH, skrypt nr 1037, 1986. 4. Dressig, H., Holzweissig, F., <i>Dynamics of Machinery. Theory and Application</i>, Springer, 2010. 4. Pfeiffer, F. Clocker, C. <i>Multibody dynamics with unilateral contacts</i>, Wiley-VCH Verlag, 2004. 5. Rao, S.S., <i>Mechanical vibrations</i>. Cambridge University Press, Addison-Wesley, 1990. 6. Tiller, M., <i>Introduction to Physical Modeling with Modelica</i>. Kluwer Academic Publishers, 2001.
------------------	--

	<p>7. Timoshenko, S.P., Young, D.H., Weaver, W.Jr, <i>Vibration problems in engineering</i>, 4th ed., Wiley, 1974.</p> <p><u>Laboratorium:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>ADINA User Interface Command Reference Manual</i>, ADINA R&D Inc., Watertown, MA, USA, 2013 2. <i>ADINA Primer</i>. ADINA R&D Inc., Watertown, MA, USA, 2013 3. <i>ADINA Theory and Modeling Guide</i>. ADINA R&D Inc., Watertown, MA, USA, 2013 4. <i>SimulationX 3.6 User Guide</i>, ITI, 2012.
<p>Witryna WWW modułu/przedmiotu</p>	<p>www.tu.kielce.pl/~rokach/mud.htm</p>