

**KARTA PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	studia stacjonarne:	<b>M#2-S2-MiBM-PT-115</b>
	studia niestacjonarne:	<b>M#2-N2-MiBM-PT-115</b>
Nazwa przedmiotu	<b>Dynamika układów mechanicznych</b>	
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	<b>Dynamics of Mechanical Systems</b>	
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2024/2025</b>	

**USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW**

Kierunek studiów	<b>MECHANIKA I BUDOWA MASZYN</b>
Poziom kształcenia	<b>II stopień</b>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>Studia stacjonarne i niestacjonarne</b>
Zakres	<b>projektowo-technologiczny</b>
Jednostka prowadząca przedmiot	<b>Katedra Pojazdów Samochodowych i Transportu</b>
Koordynator przedmiotu	<b>dr inż. Andrzej Zuska</b>
Zatwierdził	<b>dr hab. Jakub Takosoglu, prof. PŚk, Dziekan Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn</b>

**OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU**

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>Przedmiot specjalnościowy</b>	
Status przedmiotu	<b>obowiązkowy</b>	
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>	
Usytuowanie w planie studiów - semestr	studia stacjonarne	<b>Semestr I</b>
	studia niestacjonarne	<b>Semestr I</b>
Wymagania wstępne		
Egzamin (TAK/NIE)	<b>NIE</b>	
Liczba punktów ECTS	<b>2</b>	

Forma prowadzenia zajęć		wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	studia stacjonarne:	<b>15</b>		<b>15</b>		
	studia niestacjonarne:	<b>9</b>		<b>9</b>		



**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma uporządkowaną wiedzę na temat podstawowych pojęć i problemów dynamiki mechanicznych układów dyskretnych.	MiBM2_W01 MiBM2_W07
	W02	Ma uporządkowaną wiedzę na temat modelowania mechanicznych układów dyskretnych jako układu drgającego.	MiBM2_W01 MiBM2_W07
	W03	Ma uporządkowaną wiedzę na temat elementów składowych modeli, ze szczególnym uwzględnieniem elementów podatnych.	MiBM2_W01 MiBM2_W07
	W04	Ma podstawową wiedzę teoretyczną na temat budowy równań drgań układów dyskretnych. Zna Równania Lagrange'a II rodzaju.	MiBM2_W01 MiBM2_W07
	W05	Ma podstawową wiedzę teoretyczną na temat wybranych zagadnień klasycznej analizy drgań mechanicznych układów dyskretnych (analizy w dziedzinie czasu).	MiBM2_W01 MiBM2_W07
	W06	Ma podstawową wiedzę teoretyczną na temat widmowej analizy drgań.	MiBM2_W01 MiBM2_W07
Umiejętności	U01	Potrafi wyznaczać charakterystyki elementów podatnych (liniowych i nieliniowych), wykorzystywanych w modelowaniu dynamiki układów dyskretnych.	MiBM2_U02 MiBM2_U11
	U02	Potrafi stosować metodę operatorową do wyznaczania charakterystyk liniowych elementów podatnych.	MiBM2_U02 MiBM2_U11
	U03	Potrafi zbudować algorytm i program obliczeniowy do analizy drgań modelu mechanicznego układu dyskretnego w dziedzinie czasu (w różnych układach współrzędnych).	MiBM2_U02 MiBM2_U11
	U04	Potrafi zbudować algorytm i program obliczeniowy do analizy drgań modelu mechanicznego układu dyskretnego w dziedzinie częstości.	MiBM2_U02 MiBM2_U11
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę i zna możliwości podnoszenia swoich kwalifikacji zawodowych.	MiBM2_K01

**TREŚCI PROGRAMOWE**

Forma zajęć	Treści programowe
-------------	-------------------





wykład	<p>Podstawowe pojęcia i problemy dynamiki pionowej mechanicznych układów dyskretnych. Cechy ruchu podstawowego oraz zaburzeń ruchu podstawowego. Założenia przyjmowane w klasycznej teorii drgań układów dyskretnych. Modelowanie w dynamice maszyn.</p> <p>Proces budowy modeli dynamicznych: określenie struktury modelu, opis wielkości masowych, współrzędne układu, określenie liczby stopni swobody, określenie danych oraz opis wymuszeń działających na układ.</p> <p>Elementy składowe modelu dynamicznego. Elementy masowe: metody wyznaczania eksperymentalnego oraz szacowania przybliżonego momentów bezwładności całego układu dyskretnego oraz innych brył modelu. Elementy odkształcalne – podstawowe modele elementów liniowych. Operatorowa metoda wyznaczania charakterystyk elementów liniowych; sztywność operatorowa. Charakterystyka połączenia równoległego i szeregowego dwóch elementów liniowych. Nieliniowe elementy podatne. Metody wyznaczania charakterystyk elementów nieliniowych. Metoda wyodrębnienia charakterystyk: sprężystej oraz tłumiącej z charakterystyki wyznaczonej w postaci pętli histerezy niesprężystej. Pojęcie elementu słabo nieliniowego – linearyzacja nieliniowych charakterystyk elementów podatnych. Wymuszenia drgań – klasyfikacja sygnałów.</p> <p>Budowa równań drgań mechanicznego układu dyskretnego. Równania Lagrange’a II rodzaju. Całkowita energia kinetyczna i potencjalna układu. Wykorzystanie równań Lagrange’a do wyprowadzenia równań ruchu przestrzennego modelu układu dyskretnego o 3 stopniach swobody. Wykorzystanie metody operatorowej do wprowadzenia do modelu liniowych elementów podatnych o innej charakterystyce. Wprowadzenie postulatu symetrii modelu względem płaszczyzny xOz – rozprężenie drgań w płaszczyźnie wzdłużnej i poprzecznej. Zapis równań drgań w postaci macierzowej.</p> <p>Wybrane zagadnienia klasycznej analizy drgań mechanicznego układu dyskretnego (analizy w dziedzinie czasu) Częstości drgań własnych układów o wielu stopniach swobody – sposób wyznaczania. Zagadnienie rozprężenia drgań podukładów częściowych (warunki Mandelsztama).</p> <p>Widmowa analiza drgań mechanicznego układu dyskretnego. Widmowa analiza drgań okresowych. Szereg Fouriera. Dyskretne (prążkowe) widma: amplitudowo – częstościowe i fazowo – częstościowe. Przekształcenie całkowite Fouriera. Własności przekształcenia Fouriera. Widma drgań nieokresowych (widma ciągłe). Zastosowanie przekształcenia Fouriera do rozwiązywania równania drgań układu o jednym stopniu swobody. Transmitancja widmowa układu. Graficzne przedstawienie transmitancji: część rzeczywista i urojona transmitancji; charakterystyka amplitudowo – częstościowa i fazowo – częstościowa (moduł i argument). Transmitancja wejścia układu z wymuszeniem kinematycznym. Widmowa analiza drgań układów o wielu stopniach swobody. Macierz transmitancji i jej własności.</p>
laboratorium	<p>Wyznaczanie charakterystyk elementów podatnych wykorzystywanych w modelowaniu: a) elementy liniowe b) elementy o charakterystykach nieliniowych i złożonych</p> <p>Zastosowanie metody operatorowej do wyznaczania charakterystyk liniowych elementów podatnych. Wyznaczenie charakterystyki równoległego oraz szeregowego połączenia dwóch elementów podatnych.</p> <p>Opracowanie programu do analizy ruchu modelu we współrzędnych bryłowych.</p> <p>Opracowanie programu do analizy ruchu modelu we współrzędnych punktowych.</p> <p>Opracowanie programu do wyznaczania częstości drgań własnych układu.</p> <p>Opracowanie programu do wyznaczania modułu transmitancji oraz widmowych gęstości mocy odpowiedzi układu.</p>

**METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ**

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne





W01			X			
W02			X			
W03			X			
W04			X			
W05			X			
W06			X			
U01					X	
U02					X	
U03					X	
U04					X	
K01						X

**FORMA I WARUNKI ZALICZENIA**

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie kolokwium, uzyskanie co najmniej 50% punktów.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Pozytywne zaliczenie sprawozdań, uzyskanie co najmniej 50% punktów.

**NAKŁAD PRACY STUDENTA**

Bilans punktów ECTS												
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie studenta										Jednos tka
		studia stacjonarne					studia niestacjonarne					
		W	C	L	P	S	W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		15			9		9			h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2			2		2			h
3.	<b>Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>34</b>					<b>22</b>					h
4.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>1,4</b>					<b>0,9</b>					ECTS
5.	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>16</b>					<b>28</b>					h
6.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b>	<b>0,6</b>					<b>1,1</b>					ECTS
7.	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b>	<b>25</b>					<b>25</b>					h
8.	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b>	<b>1,0</b>					<b>1,0</b>					ECTS
9.	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>50</b>					<b>50</b>					h



Fundusze Europejskie  
dla Rozwoju Społecznego



Rzeczpospolita  
Polska

Dofinansowane przez  
Unię Europejską



10.	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>2</b>	ECTS
-----	---	----------	------

#### LITERATURA

1. Mitschke M. Dynamika samochodu. Drgania. WKiŁ, Warszawa, 1989.
2. Kasprzyk T., Prochowski L. Obciążenia dynamiczne zawiesznień. WKiŁ, Warszawa, 1990.
3. Osiecki J., Gromadowski T., Stępiński B., Badania Pojazdów Samochodowych i ich zespołów na symulacyjnych stanowiskach badawczych. Wydawnictwo Instytutu Technologii i Eksploatacji, Radom, 2006.
4. Kamiński E., Pokorski J. Dynamika zawiesznień i układów napędowych pojazdów samochodowych. WKiŁ, Warszawa, 1983. 5. Blajer W. Metody dynamiki układów wieloczłonowych. Wyd. Politechniki Radomskiej, Radom, 1998.

