



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	SD-06-IM-FR2
Nazwa przedmiotu	Modelowanie i analiza dynamiki układów dyskretnych
Nazwa przedmiotu w języku angielskim	Modeling and analysis of the dynamics of discrete systems
Obowiązuje od roku akademickiego	2023/24

USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	Szkoła Doktorska
Poziom kształcenia	III stopień
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne
Dyscyplina naukowa	Inżynieria mechaniczna
Jednostka prowadząca przedmiot	Katedra Mechatroniki i Uzbrojenia, WMiBM
Koordinator przedmiotu	dr hab. inż. Zbigniew Dziopa prof. PŚk.
Zatwierdził	dr hab. inż. Łukasz Bąk, prof. PŚk.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do bloku przedmiotów	BLOK B – Zajęcia do wyboru z programu dyscypliny
Status przedmiotu	Do wyboru
Język prowadzenia zajęć	Polski
Usytuowanie w planie studiów - semestr	Semestr IV
Wymagania wstępne	-
Egzamin (TAK/NIE)	Nie
Liczba punktów ECTS	2

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	inne
Liczba godzin w semestrze	15		10		5

EFEKTY UCZENIA SIĘ

Kategoria	Symbol efektu	Efekty kształcenia	Odniesienie do efektów kierunkowych
Wiedza	W01	Ma zaawansowaną wiedzę o charakterze podstawowym dla dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna, w tym wiedzę niezbędną do zrozumienia podstawowych zjawisk fizycznych występujących w układach mechanicznych.	K_W01
	W02	Zna światowy dorobek obejmujący podstawy teoretyczne o charakterze szczegółowym, związane z modelowaniem i analizą dynamiki układów dyskretnych, której źródłem są w szczególności publikacje o charakterze naukowym, obejmujące najnowsze osiągnięcia nauki w obszarze mechaniki.	K_W02
Umiejętności	U01	Potrafi definiować cel i przedmiot badań związany z dynamiką układów dyskretnych, stosować twórczo metody, techniki i narzędzia badawcze do przeprowadzania modelowania i analizy oraz wyprowadzać wnioski na podstawie otrzymanych wyników.	K_U04
	U02	planować i działać na rzecz własnego rozwoju, budować swój wizerunek naukowca, rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się - podnoszenia kompetencji zawodowych i osobistych.	K_U09
Kompetencje społeczne	K01	Rozumie potrzebę śledzenia i analizowania najnowszych osiągnięć związanych z Inżynierią Mechaniczną oraz potrafi dokonać krytycznej oceny dorobku tej dyscypliny.	K_K01

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć	Treści programowe
wykład	<ol style="list-style-type: none">1. Wprowadzenie (przedmiot „Modelowanie i analiza dynamiki układów dyskretnych”. Przykład modelu rzeczywistego układu mechanicznego i elementy studium jego dynamiki).2. Formułowanie modelu fizycznego i charakterystyka układów odniesienia (Formułowanie modelu dyskretnego na przykładzie rzeczywistego układu mechanicznego. Układy współrzędnych stosowane do opisu ruchu układu, kąty Bryanta. Sposób budowania i wykorzystania tablicy kosinusów kierunkowych. Osobliwości dokonanych przekształceń).3. Metoda wariacyjna wyprowadzania równań opisujących ruch obiektu (zastosowanie równań Lagrange’a I-go i II-go rodzaju do wyprowadzenia równań opisujących ruch układu mechanicznego. Wyprowadzenie zależności określających siły bezwładności, potencjalne i niepotencjalne działające na układ. Położenie elementów inercyjnych, odkształcenie elementów restytucyjnych, przemieszczenia statyczne, więzy kinematyczne oraz związki kinematyczne prędkości liniowej i kątowej).4. Analiza modalna układu dyskretnego (interpretacja równania wiekowego i macierzy modalnej. Wyznaczenie wartości i wektorów drgań własnych dyskretnego układu zachowawczego, autonomicznego).5. Analiza drgań własnych układu dyskretnego z wykorzystaniem współrzędnych głównych (ortogonalność postaci drgań własnych. Sformułowanie i analiza równań ruchu układu zachowawczego, autonomicznego z wykorzystaniem współrzędnych głównych).6. Dyssypacja energii i przyczyny powstawania zaburzeń w układzie dyskretnym (wyznaczenie wartości i wektorów drgań swobodnych oraz uwzględnienie podstawowych charakterystyk dynamicznych w rozwiązaniu równań ruchu układu dyskretnego. Wzbudzenie układu mechanicznego wymuszeniem dynamicznym, kinematycznym, parametrycznym i warunkami początkowymi).7. Symulacja komputerowa realizowana na podstawie równań ruchu (zapoznanie z wybranymi metodami numerycznymi rozwiązywania równań ruchu układu dyskretnego przy wykorzystaniu procedur formułowanych w środowisku SciLaba lub MatLaba oraz języka wyższego poziomu C++ lub Pascal).

laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wartości własne układu dyskretnego (wyznaczyć częstotliwości drgań własnych układu dyskretnego wykorzystując sformułowane algorytmy w środowisku SciLaba. Omówić otrzymane wyniki). 2. Wektory własne układu dyskretnego (wyznaczyć współczynniki postaci drgań własnych układu dyskretnego wykorzystując sformułowane algorytmy w środowisku SciLaba. Podać interpretację graficzną uzyskanego rozwiązania oraz omówić otrzymane wyniki). 3. Symulacja komputerowa realizowana na podstawie równań ruchu opisujących drgania własne układu dyskretnego (przeprowadzić symulację numeryczną ruchu dyskretnego układu zachowawczego, autonomicznego wykorzystując sformułowane algorytmy w środowisku SciLaba. Przedstawić wnioski otrzymane na podstawie przeprowadzonej analizy). 4. Symulacja komputerowa realizowana na podstawie równań uwzględniających podstawowe charakterystyki dynamiczne układu dyskretnego (przeprowadzić symulację numeryczną uwzględniającą drgania własne i swobodne układu dyskretnego we współrzędnych głównych wykorzystując sformułowane algorytmy w środowisku SciLaba. Przedstawić wnioski otrzymane na podstawie przeprowadzonej analizy). 5. Symulacja komputerowa realizowana na podstawie równań ruchu opisujących drgania wymuszone z tłumieniem (przeprowadzić symulację numeryczną ruchu dyskretnego układu dyssypatywnego z wymuszeniem zewnętrznym wykorzystując sformułowane algorytmy w środowisku SciLaba).
inne (seminarium)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Metody wyprowadzania równań ruchu układów mechanicznych (przedstawienie i porównanie metod bilansowych i energetycznych do wyprowadzania równań ruchu układów dyskretnych). 2. Symulacja komputerowa i numeryczne metody analizy układów dyskretnych (omówienie wybranych metod numerycznych niezbędnych do estymacji otrzymanych rozwiązań w dziedzinie czasu. Problemy weryfikacji i walidacji zastosowanych procedur numerycznych).

METODY WERYFIKACJI EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia					
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Kolokwium	Projekt	Sprawozdanie	Inne
W01			X			
W02			X			
U01			X			
U02						X
K01						X

FORMA I WARUNKI ZALICZENIA

Forma zajęć	Forma zaliczenia	Warunki zaliczenia
wykład	zaliczenie z oceną	Otrzymanie zaliczenia z laboratorium i seminarium.
laboratorium	zaliczenie z oceną	Obecność na zajęciach. Uzyskanie co najmniej 50% punktów z kolokwίων przeprowadzanych w trakcie zajęć.
inne (seminarium)	zaliczenie z oceną	Uzyskanie pozytywnej oceny z prezentacji.

NAKLAD PRACY DOKTORANTA

Bilans punktów ECTS							
Lp.	Rodzaj aktywności	Obciążenie doktoranta					Jednostka
		W	C	L	P	S	
1.	Udział w zajęciach zgodnie z planem studiów	15		10	5		h
2.	Inne (konsultacje, egzamin)	2		2	2		h
3.	Razem przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	36					h
4.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego	1,4					ECTS
5.	Liczba godzin samodzielnej pracy doktoranta	14					h
6.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach samodzielnej pracy	0,6					ECTS
7.	Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym	25					h
8.	Liczba punktów ECTS, którą doktorant uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	1,0					ECTS
9.	Sumaryczne obciążenie pracą doktoranta	50					h
10.	Punkty ECTS za modul <i>1 punkt ECTS=25 godzin obciążenia studenta</i>	2					ECTS

LITERATURA

1. Bendat J.S., Piersol A.G.: Random Data: Analysis and Measurement Procedures. John Wiley & Sons, New York-London-Sydney-Toronto 1971.
2. Borland International: Turbo C++ User's & Programmer's Guide. USA, Scotts Valley-Green Hills Road 1991.
3. Dziopa Z., Koruba Z.: Podstawy programowania w Turbo Pascalu. Skrypt nr 425, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2007, ISSN 0239-6386.
4. Dziopa Z.: Modelowanie i badanie dynamicznych właściwości samobieżnych przeciwlotniczych zestawów rakietowych. Monografie, studia, rozprawy nr M9, Nauki Techniczne – Mechanika, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2008, PL ISSN 1897-2691.
5. Dźygadło Z., Kaliski S., Solarz L., Włodarczyk E.: Drgania i fale w ciałach stałych. PWN, Warszawa 1966.
6. Engel Z., Giergiel J.: Mechanika ogólna, część I Statyka, Kinematyka i część II Dynamika. Skrypt nr 718 i 719, Wydawnictwo AGH, Kraków 1979 i 1980.
7. Fortuna Z., Macukow B., Wąsowski J.: Metody numeryczne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1993.
8. Gantmacher F.R.: Lectures in analytical mechanics. Translated from the russian by G. Yankovsky, Mir publishers Moscow 1970.
9. Genta G.: Motor Vehicle Dynamics, Modeling and Simulation. World Scientific Publishing, Singapore 1997.
10. Giergiel J.: Tłumienie drgań mechanicznych. Skrypt nr 920, Wydawnictwo AGH, Kraków 1984.
11. Giergiel J.: Drgania układów mechanicznych. Skrypt nr 1037, Wydawnictwo AGH, Kraków 1986.
12. Gutowski R.: Mechanika analityczna. PWN, Warszawa 1971.
13. Gutowski R.: Równania różniczkowe zwyczajne. WNT, Warszawa 1971.
14. Gutowski R., Świątlicki W.A.: Dynamika i drgania układów mechanicznych. PWN, Warszawa 1986.

15. Hayashi Ch.: Nonlinear Oscillations in Physical Systems. McGraw-Hill, Kyoto 1964.
16. Hollingworth J., Butterfield D., Swart B., Allsop J.: C++ Builder 5 Developer's Guide. Sams Publishing 2000.
17. Inman D.J.: Vibration with Control. John Wiley & Sons, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England 2006.
18. Kittel Ch., Knight W.D., Ruderman M.A.: Mechanics. Berkeley Physics Course - Volume 1, New York 1965.
19. Kruszewski J., Wittbrodt E.: Drgania układów mechanicznych w ujęciu komputerowym, tom I Zagadnienia liniowe i tom II Zagadnienia wybrane. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1992 i 1993.
20. Maryniak J.: Dynamiczna teoria obiektów ruchomych. Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Mechanika nr32, Warszawa 1975.
21. Nizioł J. (pod redakcją): Mechanika Techniczna tom II – Dynamika układów mechanicznych. Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2005.
22. Osiecki J.: Dynamika maszyn. WAT, Warszawa 1994.
23. Osiecki J., Koruba Z.: Elementy mechaniki zaawansowanej. Politechnika Świętokrzyska, Podręcznik akademicki, Kielce 2007.
24. Otnes R.K., Enochson L.: Digital Time Series Analysis. John Wiley & Sons, New York 1972.
25. Parszewski Z.: Drgania i dynamika maszyn. Wydawnictwa NT, Warszawa 1982.
26. Potter D.: Computational Physics. John Wiley & Sons, London-New Jork-Sydney-Toronto 1973.
27. De Silva C.W.: Vibration Fundamentals and Practice. Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2007.
28. Szmelter J.: Metody komputerowe w mechanice. PWN, Warszawa 1980.
29. Ziemia S.: Analiza drgań, tom I i II. PWN, Warszawa 1959.
30. Бабицкий В.И.: Колебания в сильно нелинейных системах – нелинейности порогового типа. Наука, Москва 1985.
31. Бессонов А.П.: Основы динамики механизмов с переменной массой звеньев. Наука, Москва 1967.
32. Зиновев В.А.: Курс теории механизмов и машин. Наука, Москва 1975.
33. Неймарк Ю.И., Фуфаев Н. А.: Динамика неголономных систем. Наука, Москва 1967.
34. Новоселов В.С.: Аналитическая механика систем с переменными массами. Изд. ЛГУ, Ленинград 1969.