

Karta (sylabus) modułu/przedmiotu
Mechanika i Budowa Maszyn
 Studia I stopnia

Przedmiot:	Dynamika maszyn
Rodzaj przedmiotu:	Obieralny
Kod przedmiotu:	MBM 1 S 0 5 59-2 _1
Rok:	III
Semestr:	5
Forma studiów:	Studia stacjonarne
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	60
Wykład	30
Ćwiczenia	15
Laboratorium	15
Projekt	
Liczba punktów ECTS:	4
Sposób zaliczenia:	Egzamin/Zaliczenie
Język wykładowy:	Język polski

Cel przedmiotu	
C1	Zapoznanie studentów z podstawowymi prawami i pojęciami stosowanymi w dynamice maszyn
C2	Przygotowanie studenta do praktycznego korzystania z zagadnień dynamiki maszyn
C3	Zapoznanie studenta z metodami obliczeń stosowanych w dynamice maszyn

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
1	Znajomość praw i twierdzeń matematycznych z algebry, trygonometrii, analizy matematycznej, rachunku różniczkowego i całkowego

Efekty uczenia się	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Wymienia rodzaje drgań i obciążeń dynamicznych występujących w układach mechanicznych
EK 2	Wyjaśnia negatywne skutki występowania drgań w maszynach oraz aspekty pozytywne
EK 3	Charakteryzuje podstawowe pojęcia z zakresu drgań maszyn i struktur mechanicznych
EK 4	Potrafi przedstawić metody badania dynamiki maszyn
	W zakresie umiejętności:

EK 5	Wyznacza sztywność i częstość drgań własnych układu mechanicznego oraz wyprowadza równania różniczkowe ruchu maszyny (struktury mechanicznej)
EK 6	Wyciąga wnioski wynikające z poznanej teorii dynamiki maszyn
EK 7	Klasyfikuje i opisuje wybrane przykłady drgań i dynamiki maszyn
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 8	Dyskutuje o układach drgających w aspektach pracy maszyn i urządzeń
Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć – wykłady	
	Treści programowe
W1	Wprowadzenie. Znaczenie obciążeń dynamicznych w projektowaniu i wytwarzaniu maszyn. Klasyfikacja i podział obciążeń dynamicznych. Charakterystyki sztywności i tłumienia maszyn. Modele liniowe maszyn o jednym stopniu swobody.
W2	Sztywności zastępcze układów o więzach połączonych równolegle i szeregowo. Obliczanie częstości drgań własnych układów o jednym stopniu swobody i sztywnościach zastępczych.
W3	Metody energetyczne w dynamice maszyn. Metoda Rayleigha oraz równania Lagrange’a drugiego rodzaju.
W4	Model maszyny o jednym stopniu swobody z tłumieniem wiskotycznym. Miary tłumienia.
W5	Drgania maszyn tłumione tarciem suchym, wewnętrznym i konstrukcyjnym. Wpływ tarcia suchego na zmianę obciążeń dynamicznych.
W6	Obciążenia dynamiczne maszyn i urządzeń wymuszanych siłami okresowymi. Wpływ tłumienia oraz częstości drgań na wielkość obciążeń.
W7	Obciążenia dynamiczne maszyn i urządzeń wymuszanych siłami okresowymi nieharmonicznymi.
W8	Wibroizolacja czynna i bierna maszyn z wymuszanych siłowo, bezwładnościowo lub kinematycznie. Dobór wibroizolatorów.
W9	Modele maszyn o dowolnej skończonej liczbie stopni swobody. Zapis macierzowy dynamiki modelu. Rozwiązanie zagadnienia własnego. Wartości własne i wektory własne. Normalizacja wektorów własnych.
W10	Dynamiczna eliminacja drgań maszyny. Warunek dynamicznej eliminacji drgań.
W11	Drgania własne elementów maszyn jako układów ciągłych. Drgania wzdlużne i skrętne prętów wałów. Metoda rozdzielenia zmiennych Fouriera.
W12	Modelowanie drgań elementów strukturalnych maszyn, belek i płyt jako układów o ciągłym rozkładzie masy. Przykład rozwiązania zagadnienia własnego.

W13	Redukcja układów ciągłych do modeli dyskretnych. Metody ortogonalizacyjne i wariacyjne.
W14	Modele maszyn o zmiennych parametrach. Obszary rezonansów parametrycznych. Przykłady niestateczności parametrycznej maszyn.
W15	Modele nieliniowe maszyn i struktur mechanicznych np. prętów, belek, płyt. Obciążenia wywołane nieliniowym tłumieniem. Zjawisko niestabilności w modelach nieliniowych maszyn. Przykłady techniczne.
Forma zajęć – ćwiczenia	
	Treści programowe
ĆW1	Praktyczne przykłady wyznaczenia sztywności maszyny oraz redukcja do modelu o jednym stopniu swobody. Obliczanie sztywności zastępczej oraz częstości własnej w przypadku więzów pojedynczych i połączonych.
ĆW2	Przykłady obliczeniowe: Zastosowanie równań energii do wyprowadzania równań dynamiki maszyny. Metoda Rayleigha oraz równania Lagrange’a drugiego rodzaju.
ĆW3	Przykłady obliczeniowe wyznaczania obciążeń dynamicznych maszyn z uwzględnieniem tłumienia wiskotycznego, tarcia suchego, wewnętrznego i konstrukcyjnego.
ĆW4	Przykłady obliczeniowe wyznaczania obciążeń maszyn wymuszanych siłami harmonicznymi, wyznaczenia wpływu tłumienia.
ĆW5	Przykłady obliczeniowe: obciążenia maszyn wymuszonych siłami okresowymi nieharmonicznymi. Analiza częstotliwościowa obciążeń.
ĆW6	Wyznaczenie warunku wibroizolacji maszyn i układów mechanicznych wymuszanych harmonicznie. Dobór wibroizolatorów.
ĆW7	Obliczanie wartości własnych i wektorów własnych modeli maszyn jako układów o skończonej liczbie swobody. Zapis macierzowy.
ĆW8	Przykłady obliczeniowe dynamiczny eliminacji drgań maszyn.
ĆW9	Przykłady obliczeniowe: modelowanie elementów maszyn jako układów ciągłych. Drgania swobodne wzdłużne, skrętne poprzeczne wałów. Metoda rozdzielenia zmiennych Fouriera.
ĆW10	Przykłady obliczeniowe i modelowanie elementów strukturalnych maszyn, belek i płyt jako układów ciągłych.
ĆW11	Przykłady obliczeniowe redukcji modeli ciągłych maszyny do układów o masach skupionych. Metody ortogonalizacyjne i wariacyjne.
ĆW12	Przykłady obliczeniowe i modelowanie maszynach o zmiennych parametrach. Wyznaczanie obszarów niestateczności parametrycznej.

ĆW13	Przykłady obliczeniowe modeli maszyn z uwzględnieniem nieliniowości sztywności oraz tłumienia. Zjawisko niestabilności w nieliniowych modelach maszyn.
Forma zajęć – laboratorium	
L1	Zajęcia wprowadzające, szkolenia BHP. Drgania własne modeli maszyn o 1 stop. swobody.
L2	Dynamika elementów maszyn: postaci drgań płyty, prędkości krytyczne wału.
L3	Dynamiczna eliminacja obciążeń maszyny. Analiza modelu maszyny o wielu stopniach swobody.
L4	Drgania wymuszone maszyn, modele liniowe i nieliniowe o 1 stop. swobody.
L5	Dynamika modeli maszyn o okresowo zmiennych parametrach.
L6	Drgania samowzbudne maszyn. Wyznaczanie współczynnika tłumienia modelu maszyny o 1 stopniu swobody.

Metody dydaktyczne	
1	Wykład prowadzony klasyczną metodą na tablicy, wybrane zagadnienia prezentowane metodami audiowizualnymi za pomocą komputera i rzutnika.
2	Ćwiczenia prowadzone klasyczną metodą, zadania rozwiązywane na tablicy. Wybrane zagadnienia za pomocą rzutnika i komputera.
3	Laboratorium oparte na obserwacji i pomiarze, praktyczne działanie studentów.

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	Zaliczenie pisemne ćwiczeń	50%
O2	Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych	100%
O3	Egzamin	60%

Literatura podstawowa	
1	K. Piszczek, J. Walczak - Drgania w budowie maszyn, PWN
2	Z. Osiński, Teoria drgań, PWN
3.	Z. Osiński, Tłumienie drgań, PWN
4	J. Giergiel, Drgania mechaniczne, Uczelniane Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
5	I.V. Den Hartog - Drgania mechaniczne, PWN

6	K. Szabelski, Zbiór zadań z drgań mechanicznych, wyd. PL
7	Laboratorium dynamiki maszyn - Praca zbiorowa pod red. K. Szabelskiego i J. Warmińskiego. Wyd. PL
Literatura uzupełniająca	
1	S. P. Timoszenko - Kolebania w inżynierskim dziele (w jęz. rosyjskim)
2	L. Meirovitch, Fundamentals of Vibrations, Mc Graw-Hill, 2001
3	S.R. Rao, Mechanical Vibrations, Prentice Hall, 2004
4	R. Rusinek, J. Warmiński, K. Szabelski, Drgania nieliniowe w procesie skrawania toczeniem, Monografie Politechnika Lubelska, 2006

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	60
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych	60
Praca własna studenta, w tym:	40
Przygotowanie się do laboratorium	15
Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta	25
Łączny czas pracy studenta	100
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu:	4

Macierz efektów uczenia się					
Efekt uczenia się	Odniesienie danego efektu uczenia się do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Metody dydaktyczne	Metody oceny
EK 1	MBM1A_W03	C1, C2, C3	W1, ĆW1, L1-L6	1, 2, 3	O1, O2, O3
EK 2	MBM1A_W03	C1, C2, C3	W1, ĆW1, L1-L6	1, 2, 3	O1, O2, O3
EK 3	MBM1A_W03	C1, C2, C3	W5-W6,	1, 2, 3	O1, O2,

			ĆW5-ĆW6, L1-L6		O3
EK 4	MBM1A_W03	C1, C2, C3	W11, ĆW10	1, 2, 3	O1, O2, O3
EK 5	MBM1A_U08, MBM1A_U19	C1, C2, C3	W2-W4, ĆW2-ĆW4, L1-L6	1, 2, 3	O1, O2, O3
EK 6	MBM1A_U08, MBM1A_U19	C1, C2, C3	W1-W15, L1-L6	1, 2, 3	O1, O2, O3
EK 7	MBM1A_U08, MBM1A_U19	C1, C2, C3	W14, ĆW13, L1-L6	1, 2, 3	O1, O2, O3
EK 8	MBM1A_K01, MBM1A_K02	C1, C2, C3	W1-W15, ĆW1-ĆW13, L1-L6	1, 2, 3	O1, O2, O3

Autor programu:	Prof. dr hab. inż. Jerzy Warmiński
Adres e-mail:	j.warminski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Mechaniki Stosowanej, Wydział Mechaniczny