

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

Przedmiot:	Drgania mechaniczne
Rodzaj przedmiotu:	Obieralny
Kod przedmiotu:	MBM 1 S 0 5 59-1 _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 teorii drgań
C2	Przygotowanie studenta do praktycznego korzystania z zagadnień układów drgających
C3	Zapoznanie studenta z metodami obliczeń układów drgających

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 występujących w układach mechanicznych
EK 2	Wyjaśnia negatywne skutki występowania drgań oraz aspekty pozytywne
EK 3	Charakteryzuje podstawowe pojęcia z zakresu drgań mechanicznych
EK 4	Potrafi przedstawić metody badania drgań
	W zakresie umiejętności:
EK 5	Wyznacza sztywność i częstość drgań własnych układu mechanicznego oraz wyprowadza równania różniczkowe ruchu
EK 6	Wyciąga wnioski wynikające z poznanej teorii drgań

EK 7	Klasyfikuje i opisuje wybrane przykłady drgań układów technicznych
	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 drgań w technice. Klasyfikacja i podział drgań. Charakterystyki sprężystości i tłumienia. Drgania własne układów liniowych 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	Zastosowanie energii do wyznaczania częstości drgań własnych, metoda Rayleigha. Równania Lagrange’a drugiego rodzaju.
W4	Drgania układów o jednym stopniu swobody tłumionych wiskotycznie. Przypadek tłumienia podkrytycznego, krytycznego i nadkrytycznego. Logarytmiczny dekrement tłumienia.
W5	Drgania swobodne z tarciem suchym, wewnętrznym i konstrukcyjnym.
W6	Drgania wymuszone siłą okresową. Wpływ tłumienia na amplitudę drgań oraz kąt przesunięcia fazowego. Przypadek rezonansu.
W7	Drgania wymuszone siłami okresowymi nieharmonicznymi. Zastosowanie szeregu Fouriera do analizy drgań.
W8	Wibroizolacja drgających układów mechanicznych z wymuszeniem harmonicznym. Warunek wibroizolacji.
W9	Drgania swobodne układów dyskretnych o dowolnej skończonej liczbie stopni swobody. Częstości i postaci drgań. Macierzowa analiza drgań.
W10	Drgania wymuszone układów o dwóch stopniach swobody. Dynamiczny eliminator drgań.
W11	Drgania własne układów ciągłych. Drgania poprzeczne napiętej struny. Drgania wzdłużne i skrętne prętów pryzmatycznych.
W12	Drgania poprzeczne belki Bernoulliego-Eulera. Drgania własne płyt cienkich. Częstości i postaci drgań płyty.
W13	Przybliżone metody badania drgań: metoda Rayleigha, Ritza i Galerkina.
W14	Drgania parametryczne. Równania Mathieu’a i Hilla. Przykłady techniczne niestateczności parametrycznej.
W15	Drgania własne i wymuszone układów nieliniowych. Drgania samowzbudne układów mechanicznych. Wybrane przykłady techniczne drgań samowzbudnych, flutter skrzydła samolotu.
Forma zajęć – ćwiczenia	
	Treści programowe

ĆW1	Obliczanie sztywności zastępczej oraz częstości drgań własnych układów mechanicznych.
ĆW2	Przykłady obliczeniowe: Zastosowanie równań energii do wyznaczania częstości drgań własnych, metoda Rayleigha. Równania Lagrange'a drugiego rodzaju.
ĆW3	Przykłady obliczeniowe: Drgania swobodne tłumione wiskotycznie, tarciem suchym, wewnętrznym i konstrukcyjnym.
ĆW4	Przykłady obliczeniowe: Drgania wymuszone siłami harmonicznymi, wymuszenia siłowe, bezwładnościowe i kinematyczne.
ĆW5	Przykłady obliczeniowe: drgania wymuszone siłami okresowymi nieharmonicznymi. Rozwinięcie w szereg Fouriera.
ĆW6	Obliczanie warunku wibroizolacji drgających układów mechanicznych przy wymuszeniu harmonicznym.
ĆW7	Wyznaczanie częstości drgań swobodnych układów o skończonej liczbie swobody.
ĆW8	Przykłady obliczeniowe: Drgania wymuszone układów o dwóch stopniach swobody. Dynamiczny eliminator drgań.
ĆW9	Przykłady obliczeniowe: Drgania układów ciągłych. Drgania swobodne wzdlużne, skrętnie poprzeczne prętów pryzmatycznych, drgania struny.
ĆW10	Przykłady obliczeniowe: Drgania poprzeczne belki Bernoulliego-Eulera.
ĆW11	Przykłady obliczeniowe: Przybliżone metody badania drgań: metoda Ritza i Galerkina.
ĆW12	Przykłady obliczeniowe: Drgania parametryczne. Równania Mathie'u i Hilla.
ĆW13	Przykłady obliczeniowe: Drgania własne i wymuszone układów nieliniowych. Drgania samowzbudne układów mechanicznych.
Forma zajęć – laboratorium	
L1	Zajęcia wprowadzające, szkolenia BHP. Drgania własne układów o 1 stop. swobody.
L2	Drgania płyty. Wyznaczanie prędkości krytycznych wału.
L3	Eliminator drgań. Drgania skrętnie układów o skończonej liczbie stopniach swobody.
L4	Drgania wymuszone układu liniowego i nieliniowego o 1 stop. swobody.
L5	Drgania parametryczne.
L6	Drgania samowzbudne. Wyznaczanie współczynnika tłumienia w układzie o 1 stop. 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	Z. Osiński - Teoria drgań, PWN
2	K. Piszczek, J. Walczak - Drgania w budowie maszyn, PWN
3	J. Giergiel, Drgania mechaniczne, Uczelnie Wyd. Naukowo-Dydaktyczne AGH
4	I.V. Den Hartog - Drgania mechaniczne, PWN
5	K. Szabelski, Zbiór zadań z drgań mechanicznych, wyd. PL
6	Laboratorium dynamiki maszyn - Praca zbiorowa pod red. K. Szabelskiego i J. Warmińskiego. Wyd. PL
Literatura uzupełniająca	
1	S. P. Timoszenko - Kolebania w inżynierom dziele (w jęz. rosyjskim)
2	L. Meirovitch, Fundamentals of Vibrations, Mc Graw-Hill, 2001
3	S.R. Rao, Mechanical Vibrations, Prentice Hall, 2004
4	J. Warmiński, J. Latański, R. Rusinek, A. Mitura, M. Borowiec, Metody komputerowe w mechanice, Monografie Politechnika Lubelska, 2015

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, ĆW5-ĆW6, L1-L6	1, 2, 3	O1, O2, 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
-------------------------------------	---