

## Podstawowe informacje o zajęciach

Nazwa zajęć: **Dynamika maszyn**

---

Cykl kształcenia: **2019/2020**

Nazwa jednostki prowadzącej studia: **Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa**

Nazwa kierunku studiów: **Mechatronika**

Obszar kształcenia: **nauki techniczne**

Profil studiów: **ogólnoakademicki**

Poziom studiów: **pierwszego stopnia**

Forma studiów: **stacjonarne**

Specjalności na kierunku: **Informatyka i robotyka, Komputerowo wspomagane projektowanie**

Tytuł otrzymywany po ukończeniu studiów: **Inżynier**

Nazwa jednostki prowadzącej zajęcia: **Katedra Mechaniki Stosowanej i Robotyki**

Kod zajęć: **554**

Status zajęć: **obowiązkowy dla programu**

Układ zajęć w planie studiów: **sem: 4 / W30 L30 / 4 ECTS / Z**

Język wykładowy: **polski**

Imię i nazwisko koordynatora: **dr hab. inż. prof. PRz Piotr Gierlak**

Dane kontaktowe koordynatora: **budynek L, pokój 230, tel. 17 865 18 54, pgierlak@prz.edu.pl**

Terminy konsultacji koordynatora: **czwartek 10:30-12:00, piątek 08:45-10:15**

## Pozostałe osoby prowadzące zajęcia

semestr 4: **mgr inż. Jakub Wiech**

## Cel kształcenia i wykaz literatury

Główny cel kształcenia: **Celem kształcenia jest opanowanie przez studentów podstawowych wiadomości, umiejętności i kompetencji z zakresu dynamiki maszyn.**

Ogólne informacje o zajęciach kształcenia: **Moduł kształcenia "Dynamika maszyn" obejmuje zagadnienia związane z drganiami mechanicznymi oraz teorią maszyn i mechanizmów.**

## Wykaz literatury, wymaganej do zaliczenia zajęć

Literatura wykorzystywana podczas zajęć wykładowych

1. Giergiel J., *Drgania mechaniczne układów dyskretnych. Teoria, przykłady, zadania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej., 2004
2. Morecki A., Odefeld J., *Teoria maszyn i mechanizmów*, PWN, Warszawa., 1987
3. Stojek Z., Żylski W., *Dynamika konstrukcji*, Politechnika Rzeszowska., 1993

Literatura wykorzystywana podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/innych

1. Giergiel J., *Drgania mechaniczne układów dyskretnych. Teoria, przykłady, zadania*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej., 2004
2. Morecki A., Odefeld J., *Teoria maszyn i mechanizmów*, PWN, Warszawa., 1987
3. Stojek Z., Żylski W., *Dynamika konstrukcji*, Politechnika Rzeszowska., 1993

Literatura do samodzielnego studiowania

1. J.P. Den Hartog, *Drgania mechaniczne*, PWN Warszawa., 1971

Literatura uzupełniająca

1. Hendzel Z., Żylski W., *Mechanika ogólna. Kinematyka*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej., 2005
2. Hendzel Z., Żylski W., *Mechanika ogólna. Dynamika*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej., 2006

Materiały dydaktyczne: **Instrukcje do laboratorium dostępne on-line podczas zajęć oraz do pobrania ze strony koordynatora modułu. Materiały do wykładu przekazywane studentom.**

## Wymagania wstępne w kategorii wiedzy/umiejętności/kompetencji społecznych

Wymagania formalne: **Student zarejestrowany na semestr czwarty. Zaliczony moduł mechanika ogólna 2**

Wymagania wstępne w kategorii Wiedzy: **Znajomość podstaw mechaniki ogólnej, podstawowych formalizmów matematycznych służących do opisu kinematyki i dynamiki nieodkształcalnych ciał materialnych i układów ciał.**

Wymagania wstępne w kategorii Umiejętności: **Umiejętność stosowania podstawowych formalizmów do opisu kinematyki i dynamiki nieodkształcalnych ciał i układów materialnych, umiejętność pozyskiwania informacji z literatury i samokształcenia.**

Wymagania wstępne w kategorii Kompetencji społecznych: **Rozumienie potrzeby ciągłego doskazywania się.**

Strona: 4

**Efekty kształcenia dla zajęć**

MEK	Student, który zaliczył zajęcia	Formy zajęć/metody dydaktyczne prowadzące do osiągnięcia danego efektu kształcenia	Sposoby weryfikacji każdego z wymienionych efektów kształcenia	Związki z KEK	Związki z PRK
01.	posiada podstawową wiedzę z zakresu kinematyki i dynamiki układów mechanicznych, w tym drgań mechanicznych, i formalizmów matematycznych służących do ich opisu.	wykład	zaliczenie wykładu	K_W01+ K_W09+	P6S_WG
02.	umie dobierać i stosować formalizmy matematyczne oraz narzędzia komputerowe do rozwiązywania zagadnień związanych z modelowaniem i symulacją kinematyki i dynamiki układów mechanicznych i opanował wymagane umiejętności w stopniu podstawowym.	laboratorium	aktywność na zajęciach laboratoryjnych, obserwacja wykonawstwa	K_U06+	P6S_UW
03.	potrafi pozyskiwać informacje z literatury przedmiotu, posiada umiejętność samokształcenia się, rozumie potrzebę ciągłego i samodzielnego doskazywania się w zakresie tematyki przedmiotu i wykazuje te umiejętności i kompetencje w stopniu podstawowym	wykład	zaliczenie wykładu	K_U01+ K_U04+ K_K01+	P6S_KR P6S_UU P6S_UW

Uwaga: **W zależności od sytuacji epidemicznej, jeżeli nie będzie możliwości weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się określonych w programie studiów w sposób stacjonarny w szczególności zaliczenia i egzaminy kończące określone zajęcia będą mogły się odbywać przy użyciu środków komunikacji elektronicznej (w sposób zdalny).**

Strona: 5

**Treści kształcenia dla zajęć**

Sem.	TK	Treści kształcenia	Realizowane na	MEK
4	TK01	Wiadomości wprowadzające. Drgania mechaniczne - pojęcia podstawowe. Kinematyka drgań.	W01,W02	MEK01 MEK03
4	TK02	Rodzaje wymuszeń. Podstawy modelowania układów drgających. Charakterystyka sprężysta, tłumienia i wymuszenia. Drgania wzdłużne, skrętne i giętne.	W03,W04	MEK01 MEK03
4	TK03	Drgania mechaniczne układu dyskretnego o 1-nym stopniu swobody. Położenie równowagi statycznej. Dynamiczne równania ruchu, parametry ruchu drgającego, amplituda, częstość, okres i częstotliwość. Przebieg ruchu na płaszczyźnie fazowej. Energetyczna metoda wyznaczania częstości własnej. Drgania swobodne tłumione, logarytmiczny dekrement tłumienia. Drgania wymuszone, wymuszenie harmoniczne, charakterystyka amplitudowo-częstościowa, rezonans, bezpieczne strefy pracy. Wymuszenie kinematyczne. Przykłady.	W05-W08	MEK01 MEK03
4	TK04	Wibroizolacja czynna i bierna. Aktywna redukcja drgań	W09-W10	MEK01 MEK03
4	TK05	Drgania wzdłużne układu dyskretnego o 2-ch stopniach swobody, częstości własne, widmo częstości własnych, formy własne, drgania swobodne i wymuszone, strefy rezonansu, bezpieczne strefy pracy, tłumik dynamiczny drgań. Drgania skrętne.	W11-W14	MEK01 MEK03
4	TK06	Drgania samowzbudne, przykłady. Opis drgań samowzbudnych na przykładzie flatteru skrzydła samolotu.	W15,W16	MEK01 MEK03
4	TK07	Dynamika maszyn wirnikowych, prędkości krytyczne, samocentrowanie wału, wyważanie wirników.	W17,W18	MEK01 MEK03
4	TK08	Drgania parametryczne. Drgania parametryczne wału. Drgania parametryczne łożyska tocznego. Drgania układu ciągłego. Podsumowanie tematyki drgań mechanicznych	W19-W20	
4	TK09	Pojęcia podstawowe teorii maszyn i mechanizmów. Mechanizmy, struktura, człony, pary kinematyczne, łańcuch kinematyczny, ruchliwość, mechanizm, maszyna, manipulator, robot.	W21,W22	MEK01 MEK03
4	TK10	Kinematyka wybranych mechanizmów płaskich.	W23,W24	MEK01 MEK03
4	TK11	Mechanizmy zębate, mechanizm planetarny, mechanizm różnicowy, przełożenie, przekładnie z kołami walcowymi i stożkowymi, kod strzałkowy. Kinematyka przekładni obiegowej. Zasada Willis'a. Kinematyka mechanizmu różnicowego.	W25,W26	MEK01 MEK03
4	TK12	Zasada równowagi kinetostatycznej, reakcje w parach kinematycznych. Redukcja mas i sił, model dynamiczny ruchu mechanizmu. Równania Lagrange'a. Dynamika wybranych mechanizmów płaskich: dynamika manipulatora, dynamika przekładni obiegowej.	W27-W30	MEK01 MEK03
4	TK13	Zajęcia organizacyjne. Zapoznanie ze stanowiskami badawczymi do badań dynamiki maszyn.	L01,L02	MEK02
4	TK14	Kinematyka drgań.	L03,L04	MEK02
4	TK15	Drgania swobodne.	L05,L06	MEK02
4	TK16	Drgania swobodne tłumione.	L07,L08	MEK02
4	TK17	Drgania wymuszone.	L09,L10	MEK02
4	TK18	Analityczne modelowanie drgań układów dyskretnych o jednym stopniu swobody	L11-L14	MEK02
4	TK19	Drgania układu mechanicznego o dwóch stopniach swobody.	L15-L18	MEK02
4	TK20	Numeryczna analiza częstościowa - podstawy.	L19,L20	MEK02
4	TK21	Numeryczna analiza częstościowa układu wirnikowego.	L21,L22	MEK02
4	TK22	Redukcja mas i sił.	L23,L24	MEK02
4	TK23	Kinematyka przekładni obiegowych.	L25,L26	MEK02
4	TK24	Dynamika przekładni obiegowych.	L27,L28	MEK02
4	TK25	Zaliczenie laboratorium.	L29,L30	MEK02

Strona: 6

**Nakład pracy studenta**

Forma zajęć	Praca przed zajęciami	Udział w zajęciach	Praca po zajęciach
Wykład (sem. 4)	Przygotowanie do kolokwium: 5.00 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 30.00 godz./sem.	Uzupełnienie/studiowanie notatek: 15.00 godz./sem. Studiowanie zalecanej literatury: 15.00 godz./sem.

Laboratorium (sem. 4)	Przygotowanie do laboratorium: 22.50 godz./sem.	Godziny kontaktowe: 30.00 godz./sem.	
Konsultacje (sem. 4)	Przygotowanie do konsultacji: 2.00 godz./sem.	Udział w konsultacjach: 0.50 godz./sem.	
Zaliczenie (sem. 4)			

Strona: 7

### Sposób wystawiania ocen składowych zajęć i oceny końcowej

Forma zajęć	Sposób wystawiania oceny podsumowującej
Wykład	Ocena z wykładu jest wystawiana na podstawie zaliczenia związanego ze sprawdzeniem osiągnięcia efektów MEK1 i MEK3. Podczas zaliczenia pisemnego student otrzymuje do opisanego pięć zagadnień (spośród podanych w załączniku). Trzy dotyczą podstawowej wiedzy z zakresu kinematyki i dynamiki układów mechanicznych, w tym drgań mechanicznych, i formalizmów matematycznych służących do jej opisu. Za opis każdego z nich student może uzyskać od 0 do 1 pkt. Dwa zagadnienia dotyczą zaawansowanej wiedzy z zakresu kinematyki i dynamiki układów mechanicznych, w tym drgań mechanicznych, i formalizmów matematycznych służących do jej opisu. Za opis każdego z nich student może uzyskać od 0 do 1 pkt. Ocena z zaliczenia wykładu jest wystawiana na podstawie uzyskanej liczby punktów P w następujący sposób: P co najmniej 3.00 i poniżej 3.25 - ocena dst (3,0); P co najmniej 3.25 i poniżej 3.75 - ocena +dst (3,5); P co najmniej 3.75 i poniżej 4.25 - ocena db (4,0); P co najmniej 4.25 i poniżej 4.75 - ocena +db (4,5); P 4.75 lub powyżej 4.75 - ocena bdb (5,0).
Laboratorium	Studenci uzyskują ocenę (OL) z aktywności i obserwacji wykonawstwa na laboratoriach związaną z realizacją efektu MEK2. Jest ona wyznaczana w następujący sposób. Na podstawie ocen z aktywności i obserwacji wykonawstwa uzyskanych w trakcie semestru wyznaczana jest średnia ocen (S). Średnia ocen (S) jest zaokrąglana do stopni zgodnych z regulaminem studiów w następujący sposób: S poniżej 3.00 - ocena ndst (2,0); S co najmniej 3.00 i poniżej 3.25 - ocena dst (3,0); S co najmniej 3.25 i poniżej 3.75 - ocena +dst (3,5); S co najmniej 3.75 i poniżej 4.25 - ocena db (4,0); S co najmniej 4.25 i poniżej 4.75 - ocena +db (4,5); S 4.75 lub powyżej 4.75 - ocena bdb (5,0). Tak wyznaczona ocena stanowi ocenę z zaliczenia laboratorium (OL).
Ocena końcowa	Student uzyskuje pozytywną ocenę końcową, jeśli posiada pozytywne oceny końcowe z wszystkich form zajęć. Ocena końcowa jest wyznaczana na podstawie średniej ważonej ocen z zaliczenia wykładu i laboratorium: $S=0.3*OW+0.7*OL$ , gdzie OW - ocena z zaliczenia wykładu, OL - ocena z zaliczenia laboratorium. Średnia ocen S jest zaokrąglana do stopni zgodnych z regulaminem studiów w następujący sposób: S co najmniej 3.00 i poniżej 3.25 - ocena dst (3,0); S co najmniej 3.25 i poniżej 3.75 - ocena +dst (3,5); S co najmniej 3.75 i poniżej 4.25 - ocena db (4,0); S co najmniej 4.25 i poniżej 4.75 - ocena +db (4,5); S 4.75 lub powyżej 4.75 - ocena bdb (5,0).

Strona: 8

### Przykładowe zadania

Wymagane podczas egzaminu/zaliczenia	Zagadnienia na zaliczenie.pdf
Realizowane podczas zajęć ćwiczeniowych/laboratoryjnych/projektowych	
Inne	

Czy podczas egzaminu/zaliczenia student ma możliwość korzystania z materiałów pomocniczych: **nie**

Strona: 9

### Treści zajęć powiązane są z prowadzonymi badaniami naukowymi: tak

Publikacje naukowe

1. P. Gierlak, *Adaptive Position/Force Control of a Robotic Manipulator in Contact with a Flexible and Uncertain Environment*, ,, 2021
2. S. Duda; G. Gembalczyk ; P. Gierlak, *Modeling and Control of an Underactuated System for Dynamic Body Weight Support*, ,, 2021
3. A. Burghardt; J. Giergiel; P. Gierlak; K. Kurc; W. Łabuński; M. Muszyńska; D. Szybicki, *Robotic machining in correlation with a 3D scanner*, ,, 2020
4. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki, *Automatic Detection of Industrial Robot Tool Damage Based on Force Measurement*, ,, 2020
5. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki, *Device for Contact Measurement of Turbine Blade Geometry in Robotic Grinding Process*, ,, 2020
6. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki, *The Use of VR to Analyze the Profitability of the Construction of a Robotized Station*, ,, 2020
7. A. Burghardt; R. Cygan; P. Gierlak; K. Kurc; P. Pietrus; D. Szybicki, *Programming of Industrial Robots Using Virtual Reality and Digital Twins*, ,, 2020
8. G. Bomba; P. Gierlak, *Assessment of Geometric Accuracy of a 5-axis CNC Machine in the Context of Machining Aircraft Transmission Housings*, ,, 2020
9. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki, *Eliminating the Inertial Forces Effects on the Measurement of Robot Interaction Force*, Springer, 2019
10. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki, *Non-contact Robotic Measurement of Jet Engine Components with 3D Optical Scanner and UTT Method*, Springer, 2019
11. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki, *Robot-Assisted Quality Inspection of Turbojet Engine Blades*, Springer, 2019
12. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki; M. Uliasz, *Application of Virtual Reality in Designing and Programming of Robotic Stations*, Springer, 2019
13. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki; M. Uliasz, *Application of Virtual Reality in the Training of Operators and Servicing of Robotic Stations*, Springer, 2019
14. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; P. Obal; D. Szybicki, *Monitoring the Parameters of Industrial Robots*, Springer, 2019
15. A. Burghardt; P. Gierlak; M. Goczał; K. Kurc; R. Sitek; D. Szybicki; D. Wydrzyński, *Pasywna redukcja drgań wózków kolejki górskiej*, ,, 2019
16. G. Bomba; P. Gierlak, *Dimensional Control of Aircraft Transmission Bodies Using CNC Machines and Neuro-Fuzzy Systems*, ,, 2019
17. P. Gierlak, *Position/Force Control of Manipulator in Contact with Flexible Environment*, ,, 2019
18. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; P. Obal; D. Szybicki, *Detection of damage of machine tools in robot systems with the use of a 3D scanner*, ,, 2018
19. A. Burghardt; P. Gierlak; L. Hawro; Z. Hendzel; K. Kurc; M. Szuster; D. Szybicki; D. Wydrzyński, *Pomiar i analiza drgań wózka roller-coastera z kołami jezdnyimi posiadającymi system tłumienia drgań*, ,, 2018
20. A. Burghardt; P. Gierlak; M. Goczał; K. Kurc; R. Sitek; D. Szybicki; D. Wydrzyński, *Design and dynamic testing of a roller coaster running wheel with a passive vibration damping system*, ,, 2018
21. P. Gierlak, *Combined strategy for control of interaction force between manipulator and flexible environment*, ,, 2018
22. P. Gierlak, *Singularity robust trajectory generator for robotic manipulator based on genetic algorithm with dynamic encoding of solution*, ,, 2018
23. P. Gierlak, *Synteza ruchu robota manipulacyjnego z uwzględnieniem interakcji z otoczeniem*, OFICYNA WYDAWNICZA POLITECHNIKI

- RZESZOWSKIEJ., 2018
24. P. Gierlak, *The manipulator tool state classification based on inertia forces analysis*, ., 2018
  25. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Szuster; D. Szybicki; D. Wydrzyński, *Badania dynamiczne rolki z systemem antywibracyjnym*, ., 2017
  26. A. Burghardt; P. Gierlak; M. Muszyńska; M. Szuster; D. Szybicki, *On-line manipulator tool condition monitoring based on vibration analysis*, ., 2017
  27. P. Gierlak; K. Kurc; D. Szybicki, *Mobile crawler robot vibration analysis in the contexts of motion speed selection*, ., 2017
  28. P. Gierlak; M. Szuster, *Adaptive position/force control for robot manipulator in contact with a flexible environment*, ., 2017
  29. A. Burghardt; P. Gierlak; K. Kurc; M. Muszyńska; D. Szybicki, *Robotic automation of the turbo-propeller engine blade grinding process*, TECHNICAL UNIVERSITY OF LODZ., 2016
  30. A. Burghardt; P. Gierlak; M. Muszyńska; M. Szuster; D. Szybicki, *The manipulator tool fault diagnostics based on vibration analysis*, Politechnika Łódzka., 2016
  31. P. Gierlak, *Analiza więzów manipulatora w zadaniu zrobotyzowanej obróbki mechanicznej dyfuzora*, ., 2016
  32. P. Gierlak, *Model matematyczny kartezjańskiego manipulatora własnej konstrukcji*, ., 2016
  33. P. Gierlak; M. Muszyńska, *Advanced neuro-fuzzy system in the task of position-force control of a manipulator*, ., 2016
  34. P. Gierlak; M. Szuster, *Approximate Dynamic Programming in Tracking Control of a Robotic Manipulator*, ., 2016
  35. P. Gierlak; M. Szuster, *Globalized dual heuristic dynamic programming in control of robotic manipulator*, ., 2016
  36. P. Gierlak; M. Szuster, *The manipulator tool fault diagnostics based on vibration analysis in the frequency domain*, ., 2016