



Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International PhD studies on mechanics
Studia trzeciego stopnia / *Phd studies*

Przedmiot / Subject:	Wybrane problemy modelowania układów mechanicznych /Selected problems of mechanical systems modelling
Rodzaj przedmiotu / sort of subject:	Obowiązkowy/Obligatory
Kod przedmiotu / Subject code:	
Rok / year:	1
Semestr / Semester:	1
Forma studiów / Mode of studies:	Studia stacjonarne /Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Form of studies:	30/30
Wykład (W) / <i>Lecture (LEC)</i>	15/15
Ćwiczenia (C) / <i>Class (CL)</i>	-
Laboratorium (L) / <i>Laboratory (LAB)</i>	-
Projekt (P) / <i>Project (PR)</i>	5/5
Seminarium (S) / <i>Seminar (SEM)</i>	10/10
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	2/2
Sposób zaliczenia / <i>Form of exam:</i>	Egzamin-Project/Exam-Project
Język wykładowy / <i>Language:</i>	Język angielski / <i>English</i>

Cel przedmiotu / Subject aim	
C1	Zapoznanie się z metodami modelowania w mechanice. <i>Acquiring knowledge on modelling methods in mechanics.</i>
C2	Praktyczne zastosowanie wybranych metod modelowania na przykładzie struktur mechanicznych. <i>Practical application of selected methods of modelling for mechanical structures.</i>

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Initial requirements	
1	Podstawowa wiedza z mechaniki i drgań mechanicznych. <i>Basic knowledge on classical mechanics and mechanical vibrations.</i>
2	Zaawansowana wiedza z zakresu matematyki. <i>Advanced knowledge on mathematics.</i>

Efekty kształcenia / Expected learning effects	
W zakresie wiedzy / knowledge:	
EK 1	Znajomość najnowszych osiągnięć naukowych w dyscyplinie mechanika / <i>Familiarity with the latest scientific achievements in the field of mechanics</i>
EK 2	Posiada zaawansowaną wiedzę o charakterze szczegółowym w zakresie metod analitycznych modelowania układów mechanicznych / <i>Advanced knowledge on analytical methods of modelling of mechanical systems</i>
W zakresie umiejętności / skills:	





EK 3	<i>Posiada umiejętność planowania i prowadzenia badań, opartych na dobrej znajomości modelowania struktur mechanicznych i dyscyplin pokrewnych / Ability to evaluate critically the obtained results on the basis of the modelling of mechanical structures and correlated disciplines.</i>
W zakresie kompetencji społecznych / social competence:	
EK 4	<i>Umiejętność dyskusji wyników modelowych w zespole badawczym i rozwijania relacji społecznych / Ability to discuss research results obtained from the models and to keep social relations within a team</i>

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lecture	
	Treści programowe / Subject content
W1 L1	<i>Mechanika Lagrange'a and Hamiltona. Wprowadzenie i główne pojęcia. Rodzaje więzów. Lagrange and Hamilton mechanics. Introduction and basic concepts. Classes of constraints.</i>
W2 L2	<i>Zasada prac przygotowanych oraz uogólnione równanie mechaniki analitycznej. Virtual work principle and generalised equation of analytical mechanics.</i>
W3 L3	<i>Wyrowadzenie równań Lagrange'a drugiego rodzaju. Derivation of Lagrange equations of second kind.</i>
W4 L4	<i>Zasada najmniejszego działania Hamiltona. Hamilton's principle of least action.</i>
W5 L5	<i>Wybrane problemy stosowania równań Lagrange'a. Selected problems of application of Lagrange equations.</i>
W6 L6	<i>Przykłady zastosowania zasady Hamiltona do wyznaczenia równań dynamiki i warunków brzegowych struktur odkształcalnych. Examples of application of Hamilton's principle for derivation of equations of motion and boundary conditions of flexible structures.</i>
W7 L7	<i>Zagadnienie własne układów liniowych. Ortogonalność wektorów własnych. Metody normowania postaci. Przypadki szczególne. Eigenvalue problems of linear systems. Orthogonality of eigenvectors. Methods of normalisation of eigenvectors. Singular cases.</i>
W8 L8	<i>Zagadnienie własne układów nieliniowych. Nieliniowe postacie drgań. Podstawowe definicje. Eigenvalue problems of nonlinear systems. Nonlinear normal modes. Basic concepts.</i>
W9 L9	<i>Nieliniowe postacie drgań (NNM). Metody numeryczne wyznaczania NNMs. Nonlinear normal modes (NNMs). Numerical methods of NNMs determination.</i>
W10 L10	<i>Nieliniowe postacie drgań układów nieliniowych – analityczna metoda Pierre'a i Shaw'a. Nonlinear normal modes of nonlinear systems – analytical Pierre –Shaw method.</i>
W11 W12	<i>Nieliniowe postacie drgań układów wymuszonych – analityczna metoda Szemplińskiej-Stupnickiej. Nonlinear normal modes of excited systems – analytical method by Szemplińska-Stupnicka.</i>





W12 L12	<i>Nieliniowe postacie drgań układów ciągłych. Nonlinear normal modes of continuous systems.</i>
W13 L13	<i>Dynamika układów z nieidealnym źródłem energii. Wprowadzenie i podstawowe założenia. Dynamics of nonideal systems. Introduction and basic assumptions.</i>
W14 L14	<i>Wyprowadzenie równań ruchu układu z nieidealnym źródłem energii. Derivation of equations of motion of nonideal systems.</i>
W15 L15	<i>Przygotowanie zadań indywidualnych do samodzielnego rozwiązania. Dyskusja wybranych problemów. Preparing individual tasks. Discussion of individual problems.</i>
Forma zajęć – projekt / Project	
P1 PR1	<i>Równania Lagrange’a drugiego rodzaju - mnożniki Lagrange’a. Przykłady. Lagrange equations of second kind – Lagrange multipliers. Examples.</i>
P2 PR2	<i>Równania Lagrange’a drugiego rodzaju – zastosowanie do ruchu względnego. Lagrange equations of second kind – application for relative motion.</i>
P3 PR3	<i>Zasada Hamiltona – przykłady zastosowanie do układów mechanicznych. Hamilton’s principle. Examples of applications for mechanical structures.</i>
P4 PR4	<i>Nieliniowe postacie drgań – przykłady drgań własnych modeli dyskretnych. Nonlinear normal modes – examples of natural vibrations of discrete systems.</i>
P5 PR5	<i>Dynamika układów z nieidealnym źródłem energii – wyprowadzenie równań dynamiki. Dynamics of systems with a nonideal energy source—derivation of equations of motion.</i>
Forma zajęć - seminarium / Seminar	
S1 SEM1	<i>Równania Lagrange’a drugiego rodzaju - mnożniki Lagrange’a. Prezentacje i dyskusja. Lagrange equations of second kind – Lagrange multipliers. Presentations and discussion.</i>
S2 SEM2	<i>Równania Lagrange’a drugiego rodzaju – zastosowanie do ruchu względnego. Prezentacja i dyskusja. Lagrange equations of second kind – application for relative motion. Presentations and discussion.</i>
S3 SEM3	<i>Zasada najmniejszego działania Hamiltona – prezentacje i dyskusja wybranych przykładów. Hamilton’s principle of least action – presentations and discussion of selected problems.</i>
S4 SEM4	<i>Zasada najmniejszego działania Hamiltona. Przykłady zastosowań inżynierskich – prezentacje i dyskusja wybranych przykładów. Hamilton’s principle of least action. Examples of applications for engineering problems – presentations and discussion of selected problems.</i>
S5 SEM5	<i>Liniiowe i nieliniowe zagadnienie własne – prezentacje i dyskusja wybranych przykładów. Linear and nonlinear eigenvalue problem – presentations and discussion of selected problems.</i>
S6 SEM6	<i>Nieliniowe postacie drgań (NNM) – przykłady i dyskusja numerycznego wyznaczania NNMs. Nonlinear normal modes (NNMs) – examples and discussion of numerical NNMs determination.</i>





S7 SEM7	<i>Nieliniowe postacie drgań układów nieliniowych –przykłady i dyskusja analitycznej metody Pierre’a i Shaw’a. Nonlinear normal modes of nonlinear systems – examples and discussion of analytical Pierre –Shaw method.</i>
S8 SEM8	<i>Nieliniowe postacie drgań układów wymuszonych – prezentacje i dyskusja analitycznej metoda Szemplińskiej-Stupnickiej. Nonlinear normal modes of excited systems – presentations and discussion of analytical method by Szemplińska-Stupnicka.</i>
S9 SEM9	<i>Nieliniowe postacie drgań układów ciągłych. Prezentacje i dyskusja wybranych przykładów. Nonlinear normal modes of continuous systems. Presentation of discussion of selected examples.</i>
S10 SEM10	<i>Dynamika układów z nieidealnym źródłem energii. Prezentacje i dyskusja wybranych przykładów. Dynamics of nonideal systems. Presentations and discussion of selected problems.</i>

Metody dydaktyczne / Didactic methods	
1	<i>Prezentacje / Presentations</i>
2	<i>Klasyczny wykład na tablicy / Classical lecture with a blackboard</i>
3	<i>Komputerowe obliczenia symboliczne i numeryczne / Computer symbolic and numerical computations</i>

Obciążenie pracą studenta / Duty burden	
<i>Forma aktywności / Form of activity</i>	<i>Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Work intensity</i>
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Contact hours:	30
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze / Lecture/Project/Seminars</i>	25
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations</i>	5
Praca własna studenta, w tym: / Individual student's work	20
<i>Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Laboratory preparation</i>	0
<i>Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other preparation</i>	20
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	50
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: /	2





ECTS credit	
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / <i>ECTS credit for practical items</i>	2

Literatura podstawowa / Major literature	
1	Meirovitch L., <i>Fundamentals of Vibrations</i> , McGraw- Hill, 2001
2	Thomsen J.J., <i>Vibrations and Stability, Advanced Theory, Analysis and Tools</i> , Springer, 2003
3	Nayfeh A.H., Balachandran B., <i>Applied Nonlinear Dynamics</i> , Willey, 1995, New York
4	Baruh H., <i>Analytical Dynamics</i> , McGraw - Hill, 1999
Literatura uzupełniająca/ Supplementary references	
1	Nayfeh A.H., <i>Nonlinear Interactions</i> , Willey, 1997, New York
2	Warمیński J., Lenci S., Carttmell P. M., Rega G., and Wiercigroch M., <i>Nonlinear Dynamic Phenomena in Mechanical Engineering Systems</i> , Springer, 2011
3	Warمیński J., Latałski J., Rusinek R., Mitura A., Borowiec M. <i>Numerical modeling of mechanical systems</i> , Lublin University of Technology, 2015.

Macierz efektów kształcenia / Educational effects matrix					
Efekt kształcenia Edu. effect	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Aims	Treści programowe Contents	Metody dydaktyczne Didac. methods	Metody oceny / Method of evaluation
EK 1	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 2	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 3	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 4	MSD_W5-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 5	MSD_W10- W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1

Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / Description of evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass threshold
O1	<i>Ocena wiedzy studenta na podstawie</i>	60%





	<i>rozwiązanego indywidualnego problemu/ Assessment of a student's knowledge on the basis of a solution of an individual task</i>	
O2	<i>Prezentacja / Presentation</i>	<i>100%</i>

Autor programu / Author:	prof. dr hab. inż. Jerzy Warminski / Prof. Jerzy Warminski, D.Sc., Ph.D., Eng.
Adres e-mail:	j.warminski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna/ Institution, Department:	Politechnika Lubelska / Lublin University of Technology Wydział Mechaniczny / Faculty of Mechanical Engineering Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics





Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International PhD studies on mechanics
Studia trzeciego stopnia / *Phd studies*

Przedmiot / Subject:	Metody perturbacyjne w mechanice/Perturbation methods in mechanics
Rodzaj przedmiotu / sort of subject:	Obowiązkowy/Obligatory
Kod przedmiotu / Subject code:	
Rok / year:	1
Semestr / Semester:	1
Forma studiów / Mode of studies:	Studia stacjonarne /Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Form of studies:	15/15
Wykład (W) / <i>Lecture (LEC)</i>	15/15
Ćwiczenia (C) / <i>Class (CL)</i>	-
Laboratorium (L) / <i>Laboratory (LAB)</i>	-
Projekt (P) / <i>Project (PR)</i>	-
Seminarium (S) / <i>Seminar (SEM)</i>	-
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	1/1
Sposób zaliczenia / Form of exam:	Raport/Report
Język wykładowy / Language:	Język angielski / <i>English</i>

Cel przedmiotu / Subject aim	
C1	Zapoznanie się z metodami perturbacyjnymi w mechanice. <i>Acquiring knowledge of perturbation methods in mechanics.</i>
C2	Zapoznanie z praktycznym zastosowaniem metod perturbacyjnych na przykładzie struktur mechanicznych. <i>Acquiring knowledge of practical application of perturbation methods for mechanical structures.</i>

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Initial requirements	
1	Podstawowa wiedza z mechaniki i drgań mechanicznych. <i>Fundamental knowledge on classical mechanics and mechanical vibrations.</i>
2	Zaawansowana wiedza z zakresu matematyki. <i>Advanced knowledge on mathematics.</i>

Efekty kształcenia / Expected learning effects	
	W zakresie wiedzy / knowledge:
EK 1	Znajomość najnowszych osiągnięć naukowych w dziedzinie mechaniki / <i>Familiarity with the latest scientific achievements in the field of mechanics</i>
EK 2	Posiada zaawansowaną wiedzę o charakterze szczegółowym w zakresie nieliniowych układów dynamicznych, w tym najnowsze osiągnięcia / <i>Advanced knowledge on the latest achievements in the field of nonlinear dynamics</i>





EK3	<i>Posiada zaawansowaną wiedzę o metodologii prowadzenia badań naukowych w dyscyplinie Mechanika, a także na temat nowoczesnych narzędzi obliczeniowych wykorzystywanych do badań / Advanced knowledge on the methodology of solving of mechanical problems, and latest computational method applied in mechanics.</i>
	W zakresie umiejętności / skills:
EK 4	<i>Posiada umiejętność planowania i prowadzenia, opartych na dobrej znajomości teorii, badań w zakresie mechaniki i dyscyplin pokrewnych / Ability to evaluate critically the obtained results, to present them and to draw conclusions on the basis of the mechanics theory and its applications.</i>
	W zakresie kompetencji społecznych / social competence:
EK 5	<i>Umiejętność dyskusji wyników w zespole badawczym i rozwijania relacji społecznych / Ability to discuss research results in a team and to keep social relations</i>

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lecture	
	Treści programowe / Subject content
W1 L1	<i>Wprowadzenie do metod perturbacyjnych. Wybór parametru perturbacyjnego. Przykłady zastosowania do układów mechanicznych. Introduction to asymptotic methods. Selection of perturbation parameter. Examples of applications for mechanical structures.</i>
W2 L2	<i>Rozwijanie w szeregi oraz problemy ich zbieżności. Równania algebraiczne. Expansions in series and the problems of the convergence. Algebraic equations.</i>
W3 L3	<i>Metoda małego parametru – metoda Poincaré. Wprowadzenie i główne założenia. Small parameter method – Poincaré method. Introduction and basic concepts.</i>
W4 L4	<i>Przykłady zastosowania metody małego parametru do wyznaczania drgań własnych układów mechanicznych. Small parameter method for determination of natural vibrations of nonlinear mechanical systems.</i>
W5 L5	<i>Dyskusja rozwiązań analitycznych nieliniowych drgań własnych. Definicja nieliniowych postaci drgań. Discussion of analytical solutions of natural nonlinear oscillations. Definition of Nonlinear Normal Modes.</i>
W6 L6	<i>Zastosowanie oprogramowania Mathematica do obliczeń algebraicznych. Przykłady zastosowania do wyznaczenia nieliniowych drgań własnych. Application of Mathematica software for algebraic computations. Examples of applications for natural vibrations of nonlinear systems.</i>
W7 L7	<i>Metoda małego parametru do wyznaczania drgań wymuszonych nieliniowych układów typu Duffinga. Small parameter method for excited vibrations of nonlinear systems of Duffing type.</i>





W8 L8	<i>Wyznaczanie krzywych rezonansowych nieliniowych drgań wymuszonych w oprogramowaniu Mathematica. Determination of resonance curves of nonlinear forced vibrations in Mathematica software.</i>
W9 L9	<i>Wprowadzenie do metody uśrednienia. Podstawy oraz przykłady zastosowania. Introduction to averaging method. Basic concepts and examples of applications.</i>
W10 L10	<i>Metoda uśrednienia, wyznaczenie równań modulacyjnych. Averaging method, determination of modulation equations.</i>
W11 L11	<i>Metoda wielu skal czasowych, pojęcia podstawowe. Definicje skal czasowych oraz rozwiązań w kolejnych rzędach zaburzeń. Multiple time scale method, basic concepts. Definitions of time scales and solutions in successive perturbation orders.</i>
W12 L12	<i>Wyznaczenie analitycznych rozwiązań przybliżonych w pierwszym rzędzie zaburzeń - drgania własne układów nieliniowych. Determination of approximated analytical solutions in the first perturbation order - natural vibrations of nonlinear systems.</i>
W13 L13	<i>Wyznaczenie analitycznych rozwiązań przybliżonych w pierwszym rzędzie zaburzeń - drgania wymuszone układów nieliniowych. Wyznaczenie równań modulacyjnych. Determination of approximated analytical solutions in the first order perturbation - forced vibrations of nonlinear systems. Determination of modulation equations.</i>
W14 L14	<i>Ocena metod perturbacyjnych oraz możliwości ich zastosowania do wybranych klas układów nieliniowych. Evaluation of perturbation methods and their applicability to selected classes of nonlinear systems.</i>
W15 L15	<i>Przygotowanie zadań indywidualnych do samodzielnego rozwiązania. Preparing tasks for practical individual training.</i>

Metody dydaktyczne / Didactic methods

1	<i>Prezentacje/ Presentations</i>
2	<i>Klasyczny wykład na tablicy/Classical lecture on a blackboard</i>
3	<i>Komputerowe obliczenia symboliczne i numeryczne/Computer symbolic and numerical computations</i>

Obciążenie pracą studenta / Workload

<i>Forma aktywności / Form of activity</i>	<i>Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Work intensity</i>
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Contact hours:	15
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze / Lecture</i>	13
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations</i>	2





Praca własna studenta, w tym: / Individual student's work	10
<i>Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Laboratory preparation</i>	0
<i>Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other preparation</i>	10
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	25
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit	1
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / <i>ECTS credit for practical items</i>	1

Literatura podstawowa / Major recommended literature	
1	Meirovitch L., Fundamentals of Vibrations, McGraw- Hill, 2001
2	Thomsen J.J., <i>Vibrations and Stability, Advanced Theory, Analysis and Tools</i> , Springer, 2003
3	Nayfeh A.H., Nonlinear Interactions, Willey, 1997, New York
4	Nayfeh A.H., Problems in Perturbations, Willey, 1985, New York
Literatura uzupełniająca/ Supplementary references	
1	Baruh H., Analytical Dynamics, McGraw-Hill, 1999
2	Warمیński J., Lenci S., Carttmell P. M., Rega G., and Wiercigroch M., <i>Nonlinear Dynamic Phenomena in Mechanical Engineering Systems</i> , Springer, 2011

Macierz efektów kształcenia / Educational effects matrix					
Efekt kształcenia Edu. effect	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Aims	Treści programowe Contents	Metody dydaktyczne Didac. methods	Metody oceny / Method of evaluation
EK 1	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 2	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 3	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 4	MSD_W5-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1





EK 5	MSD_W10- W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
-------------	-------------------------	-------	-------------------	-------	----

Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / Description of evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass border
O1	<i>Ocena wiedzy studenta na podstawie rozwiązanego indywidualnego problemu/ Assessment of a student's knowledge on the basis of a solution of an individual task</i>	60%

Autor programu / Author:	prof. dr hab. inż. Jerzy Warminski / Prof. Jerzy Warminski, D.Sc., Ph.D., Eng.
Adres e-mail:	j.warminski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna/ Institution, Department:	Politechnika Lubelska / Lublin University of Technology Wydział Mechaniczny / Faculty of Mechanical Engineering Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics





Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International Ph.D. studies in mechanics
Studia trzeciego stopnia / Ph.D. studies

Przedmiot / Course title:	<i>Metody numeryczne w mechanice / Numerical methods in mechanics</i>
Rodzaj przedmiotu / Course type:	Obowiązkowy / Obligatory
Kod przedmiotu / Course code:	
Rok / year:	I / I
Semestr / semester:	I / I
Forma studiów / Studies type:	Stacjonarne / Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Workload:	30 / 30
Wykład (W) / Lectures (LEC)	15 / 15
Ćwiczenia (C) / Classes (CL)	-
Laboratorium (L) / Laboratories (LAB)	-
Projekt (P) / Project (PR)	15 / 15
Seminarium (S) / Seminar (SEM)	-
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	1 / 1
Sposób zaliczenia / Form of assessment:	<i>Projekt / Project</i>
Język wykładowy / Language of instruction:	<i>Język angielski / English</i>

Cel przedmiotu / Course objectives	
C1	<i>Zapoznanie z symulacjami i metodami numerycznymi. Familiarization with simulation and numerical methods.</i>
C2	<i>Zapoznanie się z analizą numeryczną układów nieliniowych. Familiarization with numerical analysis of non-linear systems.</i>

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Prerequisite requirements regarding knowledge and soft competencies	
1	<i>Podstawowa wiedza z teorii drgań oraz mechaniki. Basic knowledge of vibration theory and mechanics.</i>
2	<i>Podstawowa znajomość programu Matlab. Basic knowledge of Matlab software.</i>

Efekty kształcenia / Expected learning outcomes	
W zakresie wiedzy / knowledge:	
EK 1	<i>Posiada wiedzę ogólną w dyscyplinie Mechanika. A graduate has general knowledge in the Mechanics discipline.</i>
EK 2	<i>Posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie nieliniowych układów dynamicznych. A graduate has advanced knowledge with particular emphasis on research in the nonlinear dynamics.</i>
EK3	<i>Posiada zaawansowaną wiedzę na temat nowoczesnych narzędzi obliczeniowych wykorzystywanych do badań. A graduate has advanced knowledge about the modern computational tools used during research.</i>
W zakresie umiejętności / skills:	
EK 4	<i>Posiada umiejętność planowania i prowadzenia badań nieliniowych modeli układów</i>





	<i>dynamicznych.</i> <i>Possesses the ability to plan and conduct scientific research of a nonlinear dynamical systems</i>
EK 5	<i>Posiada umiejętność wykorzystywania nowoczesnych narzędzi do modelowania, badań eksperymentalnych i symulacji komputerowej.</i> <i>Possesses the ability to use the modern scientific tools and methods including modeling, experiment and computer simulation.</i>
	W zakresie kompetencji społecznych / social competencies:
EK 6	<i>Ma świadomość roli badań naukowych w życiu codziennym i w funkcjonowaniu współczesnego społeczeństwa</i> <i>A graduate has aware of the role of scientific research in everyday life and in the modern society.</i>
EK 7	<i>Docenia znaczenie symulacji numerycznych w badaniach naukowych.</i> <i>Appreciates the importance of numerical simulation in scientific research.</i>

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lectures	
Treści programowe / Schedule	
W1 L1	<i>Modelowanie układów dynamicznych, wprowadzenie i pojęcia podstawowe</i> <i>Modelling of dynamics system, introduction and basic concepts.</i>
W2 L2	<i>Środowiska obliczeniowe MATLAB oraz SIMULINK</i> <i>MATLAB and SIMULINK software</i>
W3 L3	<i>M pliki, funkcje, pętle oraz programowanie (I)</i> <i>M-file, function, loop and programming, (I)</i>
W4 L4	<i>M pliki, funkcje, pętle oraz programowanie (II)</i> <i>M-file, function, loop and programming (II)</i>
W5 L5	<i>Całkowanie numeryczne</i> <i>Numerical integration</i>
W6 L6	<i>Badania numeryczne układów nieliniowych</i> <i>Numerical research of non-linear systems</i>
W7 L7	<i>Diagramy bifurkacyjne, płaszczyzny fazowe, mapy Poincare.</i> <i>Bifurcation diagrams, phase space, Poincare maps.</i>
W8 L8	<i>Wykresy rekurencyjne (I)</i> <i>Recurrence diagrams (I)</i>
W9 L9	<i>Wykresy rekurencyjne (II)</i> <i>Recurrence diagrams (II)</i>
W10 L10	<i>Wskaźniki rekurencyjne (I)</i> <i>Recurrence quantification (I)</i>
W11 L11	<i>Wskaźniki rekurencyjne (II)</i> <i>Recurrence quantification (II)</i>
W12 L12	<i>Animacje układów dynamicznych</i> <i>Animation of dynamic systems</i>
W13 L13	<i>Symulacje numeryczne w programie DYNAMICS</i> <i>Numerical simulations in DYNAMICS software</i>
W14 L14	<i>Modelowanie w środowisku Adams</i> <i>Modelling in ADAMS software</i>
W15 L15	<i>Metoda kontynacji</i> <i>Continuation method</i>
Forma zajęć – projekt / Project	





Treści programowe / Schedule	
P1 PR1	<i>Wstęp, wydanie tematu projektu.</i> <i>Introduction, the project problem.</i>
P2 PR2	<i>Opracowanie fizycznego i matematycznego modelu układu dynamicznego</i> <i>Development of a physical and mathematical model of a dynamical system</i>
P3 PR3	<i>Opracowanie modelu numerycznego w programie Matlab/Simulink (I)</i> <i>Development of a numerical model in the Matlab/Simulink software (I)</i>
P4 PR4	<i>Opracowanie modelu numerycznego w programie Matlab/Simulink (II)</i> <i>Development of a numerical model in the Matlab/Simulink software (II)</i>
P5 PR5	<i>Symulacje numeryczne: przebiegi czasowe, krzywe rezonansowe, płaszczyzny fazowe (I)</i> <i>Numerical simulations: time courses, resonance curves, phase space (I)</i>
P6 PR6	<i>Symulacje numeryczne: przebiegi czasowe, krzywe rezonansowe, płaszczyzny fazowe (II)</i> <i>Numerical simulations: time courses, resonance curves, phase space (II)</i>
P7 PR7	<i>Symulacje numeryczne: przebiegi czasowe, krzywe rezonansowe, płaszczyzny fazowe (III)</i> <i>Numerical simulations: time courses, resonance curves, phase space (III)</i>
P8 PR8	<i>Diagramy bifurkacyjne (1)</i> <i>Bifurcation diagrams (1)</i>
P9 PR9	<i>Diagramy bifurkacyjne (2)</i> <i>Bifurcation diagrams (2)</i>
P10 PR10	<i>Wykresy rekurencyjne (I)</i> <i>Recurrence plots (I)</i>
P11 PR11	<i>Wykresy rekurencyjne (II)</i> <i>Recurrence plots (II)</i>
P12 PR12	<i>Wskaźniki rekurencyjne (I)</i> <i>Recurrence quantifiers (I)</i>
P13 PR13	<i>Wskaźniki rekurencyjne (II)</i> <i>Recurrence quantifiers (II)</i>
P14 PR14	<i>Zaliczenie projektu (1)</i> <i>Project evaluation (1)</i>
P15 PR15	<i>Zaliczenie projektu (2)</i> <i>Project evaluation (2)</i>

Metody dydaktyczne / Teaching methods	
1	<i>Prezentacja / Presentation</i>
2	<i>Symulacje komputerowe / Computer simulations</i>

Obciążenie pracą studenta / Workload	
Formy aktywności / Forms of activity	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Estimated number of hours required to complete the task
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Assisted workload (Contact hours):	30
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze / Lecture</i>	15
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w</i>	15





odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations	
Praca własna studenta, w tym: / Student individual (unassisted) workload	0
Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Preparation for laboratories (total number for the semester)	0
Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other unassisted work (total number for the semester)	0
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	30
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit points (total)	1
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / ECTS credit points for practical classes (exercises, laboratories, project)	1

Literatura podstawowa / Recommended literature	
1	Warminski J., Latałski J., Rusinek R., Mitura A., Borowiec M. <i>Numerical modeling of mechanical systems</i> , Lublin University of technology, 2015.
2	Young T., Mohlenkamp M.J., Introduction to Numerical Methods and Matlab Programming for Engineers, Ohio University, 2017.
3	Elden L., Wittmeyer-Koch L., Nielsen H.B., Introduction to Numerical Computation: Analysis and "MATLAB" Illustrations: Analysis and "MATLAB" Illustrations, 2004.
Literatura uzupełniająca / Supplementary references	
1	Webber, Jr., Charles L., Ioana, Cornel, Marwan, Norbert, Recurrence Plots and Their Quantifications: Expanding Horizons, Springer 2015.
2	Hegger R., Kantz H., Schreiber T. (1999); Practical implementation of nonlinear time series methods: The TISEAN package, CHAOS 9, 413–435.
3	Rasheedah Phillips, Recurrence Plot (and Other Time Travel Tales). The AfroFuturist Affair/House of Future Sciences Books, 2014. Pp. 230.

Macierz efektów kształcenia / Course effects matrix					
Efekt kształcenia Expected learning outcomes	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Course objectives	Treści programowe/ Contents	Metody dydaktyczne Teaching methods	Metody oceny / Form of assessment
EK 1	MSD_W1 MSD_W2	C1, C2	W1-W14 P1-P14	1,2	O1, O2





	MSD_W3				
EK 2	MSD_W1 MSD_W2 MSD_W3	C1, C2	W5-W15 P4-P15	1,2	O1, O2
EK 3	MSD_W1 MSD_W2 MSD_W3	C1, C2	W10-W14 P12-P13	1,2	O1, O2
EK 4	MSD_U1 MSD_U2 MSD_U7 MSD_U9 MSD_U10	C1, C2	W1-W15 P1-P15	1,2	O1, O2
EK 5	MSD_U2 MSD_U9 MSD_U10	C1, C2	W10-W14 P12-P14	1,2	O1, O2
EK 6	MSD_K2 MSD_K3	C1, C2	W1-W15 P1-P15	1,2	O1, O2
EK 7	MSD_K1 MSD_K2	C1, C2	W1, W2 P1, P2	1,2	O1, O2

Metody i kryteria oceny / Evaluation methods

Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass threshold
O1	<i>Projekt / Project</i>	100%

Autor programu / Author:	Dr hab. inż. Krzysztof Kęcik / Ph. D., D. Sc., Eng. Krzysztof Kęcik
Adres e-mail:	k.kecik@pollub.pl
Jednostka organizacyjna/ Institution, Department:	Politechnika Lubelska / Lublin University of Technology Wydział Mechaniczny / Mechanical Engineering Faculty Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics





Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International Ph.D. studies in mechanics
Studia trzeciego stopnia / Ph.D. studies

Przedmiot / Course title:	Metody eksperymentalne w mechanice I / Experimental methods in mechanics I
Rodzaj przedmiotu / Course type:	Obowiązkowy/obieralny / obligatory/elective
Kod przedmiotu / Course code:	
Rok / year:	I / I
Semestr / semester:	I / I
Forma studiów / Studies type:	Dzienne / Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Workload:	15 / 15
Wykład (W) / Lectures (LEC)	8 / 8
Ćwiczenia (C) / Classes (CL)	-- / --
Laboratorium (L) / Laboratories (LAB)	7 / 7
Projekt (P) / Project (PR)	-- / --
Seminarium (S) / Seminar (SEM)	-- / --
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	1 / 1
Sposób zaliczenia / Form of assessment:	Kolokwium (K) i raporty laboratoryjne (R) / Colloquium (C)+ lab-reports (R)
Język wykładowy / Language of instruction:	Język angielski / English

Cele przedmiotu / Course objectives

C1	Zaznajomienie studenta z współcześnie stosowanymi metodami badań materiałów inżynierskich / To acquaint a student with modernly used engineering material testing methods
C2	Nauczenie studenta umiejętności samodzielnego planowania i przeprowadzania doświadczeń z użyciem nowoczesnego sprzętu do badań właściwości mechanicznych i wytrzymałościowych materiałów, opracowywania i dyskusji wyników / To teach a student planning, as well as performing individually determination of mechanical and strength characteristics of materials, to proceed data reduction and to discuss the results

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji /
Prerequisite requirements regarding knowledge and soft competencies

1	Znajomość mechaniki i wytrzymałości materiałów na poziomie technicznych studiów magisterskich / Knowledge of Mechanics and strength of materials at the level of Master study (technical)
----------	--

Efekty kształcenia / Expected learning outcomes

	W zakresie wiedzy / knowledge:
EK1	Znajomość najnowszych osiągnięć naukowych w dziedzinie mechaniki / Familiarity with the latest scientific achievements in the field of mechanics
	W zakresie umiejętności / skills:
EK 2	Umiejętność samodzielnego planowania i przeprowadzania doświadczeń laboratoryjnych / Ability to plan and to conduct laboratory experiments individually





EK 3	Umiejętność krytycznej analizy otrzymanych wyników, ich prezentacji i wnioskowania / <i>Ability to evaluate critically the obtained results, to present them and to draw conclusions</i>
	W zakresie kompetencji społecznych / social competencies:
EK 4	Umiejętność pracy w zespole badawczym i rozwijania relacji społecznych / <i>Ability to work in a research team and to keep social relations</i>

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lectures	
Treści programowe / <i>Schedule</i>	
W1 L1	<i>Wprowadzenie. Cele przedmiotu. Literatura podstawowa.</i> <i>Introduction. Subject's goals. Basic bibliography</i>
W2 L2	<i>Metody wyznaczania stałych materiałowych materiałów izotropowych.</i> <i>Methods for determination of strength characteristics – isotropic materials.</i>
W3 L3	
W4 L4	<i>Metody wyznaczania stałych materiałowych materiałów kompozytowych.</i> <i>Methods for determination of composite materials' mechanical properties.</i>
W5 L5	
W6 L6	<i>Metody statyczne wykrywania uszkodzeń.</i> <i>Statical methods for damage identification.</i>
W7 L7	
W8 L8	<i>Podsumowanie wykładu i laboratorium. Kolokwium.</i> <i>Summary of the lecture and the laboratory. Colloquium.</i>
Forma zajęć – laboratoria / Laboratories	
Treści programowe / <i>Schedule</i>	
L1 LAB1	<i>Wprowadzenie i organizacja zajęć.</i> <i>Introduction and work schedule.</i>
L2 LAB2	<i>Wyznaczanie modułu Younga i wsp. Poissona metali.</i> <i>Determination of Young modulus and Poisson coeff. for metals</i>
L3 LAB3	<i>Wyznaczanie podstawowych stałych materiałowych kompozytów laminatowych.</i> <i>Determination of basic material characteristics of CFRP composites</i>
L4 LAB4	
L5 LAB5	<i>Wyznaczanie odporności na pękanie/delaminację kompozytów laminatowych w modzie I – próba DCB</i> <i>Determination of the mode I fracture toughness of laminated composites – the DCB test</i>
L6 LAB6	<i>Wyznaczanie odporności na pękanie/delaminację kompozytów laminatowych w modzie II – próba ENF</i> <i>Determination of the mode II fracture toughness of laminated composites – the ENF test</i>
L7 LAB7	<i>Badania fraktograficzne powierzchni delaminacji</i> <i>Fractographic inspection of delamination interfaces</i>

Metody dydaktyczne / Teaching methods	
1	<i>Wykład multimedialny / Multimedial lecture</i>
2	<i>Ćwiczenia laboratoryjne / Laboratory excersises</i>





Obciążenie pracą studenta / Workload	
Formy aktywności / Forms of activity	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Estimated number of hours required to complete the task
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Assisted workload (Contact hours):	22
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze / Contact hours per semester</i>	15
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations</i>	7
Praca własna studenta, w tym: / Student individual (unassisted) workload	7
<i>Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Preparation for laboratories (total number for the semester)</i>	
<i>Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other unassisted work (total number for the semester)</i>	7
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	29
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit points (total)	1
<i>Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / ECTS credit points for practical classes (exercises, laboratories, project)</i>	1

Literatura podstawowa / Recommended literature	
1	<i>Komvopoulos, K.: Mechanical Testing of Engineering Materials, Cognella, 2011</i>
2	<i>Altenbach, H. et al.: Mechanics of Composite Structural Elements, Springer, 2004</i>
3	<i>Ferrante, L.: Handbook of Advanced Materials Testing, CRC Press, 1994</i>
4	<i>Omar, M. (Ed.): Nondestructive Testing Methods and New Applications, Intech, 2012</i>
5	<i>Composite Materials Handbook - Vol. 1. Polymer Matrix Composites Guidelines for Characterization for Structural Materials, American Dept. of Defense, 2002</i>
Literatura uzupełniająca / Supplementary references	
1	<i>Boresi, A.P., Schmidt, R.J.: Advanced Mechanics of Materials, John Willey & Sons, 2003</i>
2	<i>Timoshenko, S.P., Goodier, J.N.: Theory of Elasticity, McGraw-Hill Book Company, 1969</i>





3 | *ASTM material testing Standards*

Macierz efektów kształcenia / Course effects matrix					
Efekt kształcenia <i>Expected learning outcomes</i>	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / <i>Effect No.</i>	Cele przedmiotu/ <i>Course objectives</i>	Treści programowe/ <i>Contents</i>	Metody dydaktyczne <i>Teaching methods</i>	Metody oceny / <i>Form of assessment</i>
EK 1	MSD_W1-, MSD_W4 / P8S_WG	C1	W1-W8, L1 / L1-L8, LAB1	1,2	O1, O2
EK 2	MSD_U1, MSD_U2, MSD_U10 / P8S_UW, P8S_UU	C2	W2-W7, L2- L7 / L2-L7, LAB2-LAB7	1,2	O1, O2
EK 3	MSD_U7 / P8S_UK	C2	W8, L1-L7 / L8, LAB1- LAB7	1,2	O1, O2
EK 4	MSD_K1-4 / P8S_KK, P8S_KO, P8S_KR	C1, C2	W1-W8, L1- L7 / L1-L8, LAB1-LAB7	1,2	O1, O2

Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ <i>Symbol of evaluation method</i>	Opis metody oceny / <i>evaluation method</i>	Próg zaliczeniowy / <i>Pass threshold</i>
O1	<i>Ocena wiedzy studenta na podstawie kolokwium z wykładu / Assessment of a student's knowledge on the basis of the post-lecture colloquium</i>	60%
O2	<i>Ocena raportów laboratoryjnych / Assessment of the lab-reports</i>	60%*

*) wymagany komplet raportów / *all reports must be delivered*

Autor programu / <i>Author:</i>	dr hab. inż. S. Samborski / <i>S. Samborski, DSc Eng.</i>
Adres e-mail:	s.samborski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna/ <i>Institution, Department:</i>	Katedra Mechaniki Stosowanej / <i>Department of Applied Mechanics,</i> Mechanical Engineering Faculty, Lublin University of Technology





Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International Ph.D. studies in mechanics
Studia trzeciego stopnia / Ph.D. studies

Przedmiot / Course title:	Seminarium doktoranckie / PhD Seminar
Rodzaj przedmiotu / Course type:	Obowiązkowy/obieralny obligatory/elective
Kod przedmiotu / Course code:	
Rok / year:	1
Semestr / semester:	1
Forma studiów / Studies type:	Stacjonarne / Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Workload:	15
Wykład (W) / Lectures (LEC)	
Ćwiczenia (C) / Classes (CL)	
Laboratorium (L) / Laboratories (LAB)	
Projekt (P) / Project (PR)	
Seminarium (S) / Seminar (SEM)	15
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	1
Sposób zaliczenia / Form of assessment:	Zaliczenie / Assessment
Język wykładowy / Language of instruction:	Język angielski / English

Cel przedmiotu / Course objectives	
C1	Poznanie zasad prowadzenia badań naukowych / Knowing the rules of scientific research
C2	Opanowanie zasad przygotowania prezentacji i publikacji/ Knowing the rules of publication and presentation preparation

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Prerequisite requirements regarding knowledge and soft competencies	
1	Znajomość podstawowych narzędzi komputerowych – pakietów biurowych / Ability to use office applications

Efekty kształcenia / Expected learning outcomes	
W zakresie wiedzy / knowledge:	
EK 1	Posiada wiedzę ogólną w dyscyplinie Mechanika, obejmującą najnowsze krajowe i międzynarodowe osiągnięcia w tematyce związanej ze swoim tematem rozprawy doktorskiej. / A graduate has advanced general knowledge in the Mechanics discipline, covering the latest national and international achievements in the field of PhD dissertation.
EK 2	Posiada wiedzę na temat organizacji pracy badawczej / A graduate has knowledge about scientific research
EK 3	Posiada wiedzę o narzędziach i metodach przygotowania przeglądu literatury / A graduate has knowledge about methodology and tools of making references
W zakresie umiejętności / skills:	
EK 4	Posiada umiejętność planowania i prowadzenia badań w zakresie mechaniki i dyscyplin pokrewnych / Possesses the ability to plan and conduct scientific research in the mechanics or similar





	discipline.
EK 5	Posiada umiejętność prezentowania, tłumaczenia i obrony własnych osiągnięć naukowych z wykorzystaniem nowoczesnych środków multimedialnych / Possesses the ability to present and defense own scientific achievements using modern multimedia tools.
EK 6	Potrafi samodzielnie planować pracę badawczą / A graduate can plan and do scientific research.
EK 7	Potrafi przygotować wstęp do artykułu naukowego / A graduate can preper introduction of a journal paper
	W zakresie kompetencji społecznych / social competencies:
EK 8 K 1	Jest przygotowany do oceny dorobku dyscypliny naukowej i własnych osiągnięć / A graduate is able to make critical evaluation of the academic discipline and own contribution to the discipline.

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – seminarium / Seminar	
Treści programowe / Schedule	
SEM 1	Wprowadzenie – plan zajęć, zasady zaliczenia, założenia metodyczne / Introduction - plan of the seminar, methodology, rules for the assessment
SEM 2	Zasady przeprowadzania przewodów doktorskich / Rules of PhD procedure
SEM 3	Zasady przygotowania wystąpienia naukowego / Scientific presentation rules
SEM 4	Plan prezentacji naukowej / Scheme of a scientific presentation
SEM 5	Metody wykonania przeglądu stanu wiedzy / State of knowledge – methodology and preparation
SEM 6	Zdefiniowanie problemu badawczego / Scientific problem definition
SEM 7	Referaty doktorantów / Presentation of Phd students
SEM 8	Ocena osiągnięć / Progress estimation

Metody dydaktyczne / Teaching methods	
1	Prezentacja multimedialna / Audio – video presentation





Obciążenie pracą studenta / Workload	
Formy aktywności / Forms of activity	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Estimated number of hours required to complete the task
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Assisted workload (Contact hours):	20
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze /</i>	15
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations</i>	5
Praca własna studenta, w tym: / Student individual (unassisted) workload	
<i>Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Preparation for laboratories (total number for the semester)</i>	
<i>Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other unassisted work (total number for the semester)</i>	5
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	25
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit points (total)	1
<i>Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / ECTS credit points for practical classes (exercises, laboratories, project)</i>	1

Literatura podstawowa / Recommended literature	
1	Zgodna z kierunkiem badań, sugerowana przez promotorów/opiekunów naukowych / Suggested by supervisor (promotor, co-promotor), according to research profile..
Literatura uzupełniająca / Supplementary references	
1	Zgodna z kierunkiem badań, sugerowana przez promotorów/opiekunów naukowych / Suggested by supervisor (promotor, co-promotor), according to research profile





Macierz efektów kształcenia / Course effects matrix					
Efekt kształcenia Expected learning outcomes	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Course objectives	Treści programowe/ Contents	Metody dydaktyczne Teaching methods	Metody oceny / Form of assessment
EK 1	MSD_W1	C1, C2	SEM 1-SEM 7	1	O1
EK 2	MSD_W5	C1, C2	SEM 2-SEM 3	1	O1
EK 3	MSD_W3	C1, C2	SEM 3, SEM5	1	O1
EK 4	MSD_U1	C1, C2	SEM 2-SEM 7	1	O1
EK 5	MSD_U7	C1, C2	SEM 6-SEM 8	1	O1
EK 6	MSD_U10	C1, C2	SEM 4-SEM 8	1	O1
EK 7	MSD_U2 MSD_U6	C1, C2	SEM 5-SEM 7	1	O1
EK 8	MSD_K1	C1, C2	SEM 7-SEM 8	1	O1

Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass threshold
O1	<i>Prezentacja multimedialna /</i> Audio – video presentation	50%

Autor programu / Author:	Dr hab. inż. Rafał Rusinek, prof. PL
Adres e-mail:	
Jednostka organizacyjna/ Institution, Department:	Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics, Mechanical Engineering Faculty, Lublin University of Technology





Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International Ph.D. studies in mechanics
Studia trzeciego stopnia / Ph.D. studies

Przedmiot / Course title:	<i>Metodyka przygotowania prac naukowych i prezentacji / Publication and presentation methodology</i>
Rodzaj przedmiotu / Course type:	Obowiązkowy / obligatory
Kod przedmiotu / Course code:	
Rok / year:	Pierwszy / first
Semestr / semester:	Drugi / second
Forma studiów / Studies type:	Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Workload:	<i>Wykład 6, projektowanie 9 / lecture 6, project 9</i>
Wykład (W) / Lectures (LEC)	6
Ćwiczenia (C) / Classes (CL)	
Laboratorium (L) / Laboratories (LAB)	
Projekt (P) / Project (PR)	9
Seminarium (S) / Seminar (SEM)	
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	1
Sposób zaliczenia / Form of assessment:	<i>Zal / credit</i>
Język wykładowy / Language of instruction:	<i>Język angielski / English</i>

Cel przedmiotu / Course objectives

C1	<i>Zapoznanie studentów ze sztuką tworzenia prac naukowych</i>
C2	<i>Przygotowanie studentów do posługiwania się wybranymi pakietami wspomagającymi tworzenie prac naukowych oraz możliwości ich upubliczniania</i>

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Prerequisite requirements regarding knowledge and soft competencies

1	<i>Posiada podstawową wiedzę z zakresu obsługi komputerów, narzędzi multimedialnych oraz obsługi podstawowych pakietów do edycji dokumentów</i>
----------	---

Efekty kształcenia / Expected learning outcomes

	W zakresie wiedzy / knowledge:
EK 1	<i>Posiada wiedzę w zakresie dydaktyki oraz metod nauczania w szkole wyższej, uwzględniającą nowoczesne techniki kształcenia. Posiada wiedzę, umożliwiającą wykonywanie zawodu nauczyciela akademickiego.</i>
EK 2	<i>Posiada podstawową wiedzę na temat prawnych, organizacyjnych, instytucjonalnych i finansowych uwarunkowań systemu funkcjonowania badań naukowych na poziomie krajowym i międzynarodowym.</i>
	W zakresie umiejętności / skills:
EK 3	<i>Posiada umiejętność wykorzystywania nowoczesnych narzędzi informatycznych (w tym do modelowania, badań eksperymentalnych i symulacji komputerowej) niezbędnych do realizacji badań naukowych w dyscyplinie mechanika.</i>
EK 4	<i>Posiada umiejętność nawiązywania kontaktów zagranicznych oraz publikowania wyników badań w czasopiśmie i wydawnictwach o zasięgu międzynarodowym.</i>





EK 5	Posiada umiejętność prezentowania, tłumaczenia i obrony własnych osiągnięć naukowych, na forum krajowym i międzynarodowym, z wykorzystaniem nowoczesnych środków multimedialnych.
EK 6	Posiada umiejętność posługiwania się językiem międzynarodowym (ze szczególnym uwzględnieniem języka angielskiego) w stopniu umożliwiającym swobodne i nieograniczone wykorzystanie specjalistycznej literatury zagranicznej, intensywne rozwijanie kontaktów zagranicznych i publikowanie własnych prac za granicą.
EK 7	Posiada umiejętność planowania i realizowania indywidualnego i zespołowego przedsięwzięcia badawczego lub twórczego, także w środowisku międzynarodowym.
EK 8	Potrafi samodzielnie planować i działać na rzecz samodzielnego rozwoju oraz rozwoju innych osób.
W zakresie kompetencji społecznych / social competencies:	
EK 9	Jest przygotowany do krytycznej oceny dorobku dyscypliny naukowej oraz własnego wkładu w rozwój tej dyscypliny, a także uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych.
EK 10	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.
EK 11	Podtrzymuje i rozwija etos w środowiskach badawczych. Prowadzi badania w sposób niezależny i respektuje prawo publicznej własności wyników.

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lectures	
Treści programowe / Schedule	
W1	Rodzaje prac naukowych
L1	Types of scientific papers
W2	Cechy charakterystyczne publikacji naukowych
L2	Characteristics of scientific publications
W3	Możliwości i zasady rozpowszechniania publikowanych prac naukowych
L3	The ways and rules of disseminating published papers
W4	Narzędzia do zarządzania zasobami literatury, zapoznanie się z wybranymi menedżerami bibliografii.
L4	Toolkits of references sources, description of chosen reference managements
W5	Przegląd pakietów wspomagających opracowania prac naukowych
L5	The overview of a packages supporting a scientific works creation
W6	Przygotowanie oprogramowania do tworzenia dokumentów TeX
L6	The software preparation for TeX documents creation
Forma zajęć – projekt / Project	
Treści programowe / Schedule	
P7	Wprowadzenie do pisania prac w środowisku LaTeX
PR7	The introduction to LaTeX as a document preparation system
P8	Opracowanie wersji roboczej własnej pracy naukowej z wykorzystaniem pakietu TeX
PR8	The creation of an individual scientific draft paper by means of the TeX package





P9	<i>Opracowanie wersji roboczej własnej pracy naukowej z wykorzystaniem pakietu TeX</i>
PR9	<i>The creation of an individual scientific draft paper by means of the TeX package</i>
P10	<i>Opracowanie wersji roboczej własnej pracy naukowej z wykorzystaniem pakietu TeX</i>
PR10	<i>The creation of an individual scientific draft paper by means of the TeX package</i>
P11	<i>Opracowanie wersji roboczej własnej pracy naukowej z wykorzystaniem pakietu TeX</i>
PR11	<i>The creation of an individual scientific draft paper by means of the TeX package</i>
P12	<i>Przygotowanie prezentacji wyników naukowych w środowisku Beamer</i>
PR12	<i>The preparation of the scientific results presentation by means of Beamer</i>
P13	<i>Przygotowanie prezentacji wyników naukowych w środowisku Beamer</i>
PR13	<i>The preparation of the scientific results presentation by means of Beamer</i>
P14	<i>Przygotowanie prezentacji wyników naukowych w środowisku Beamer</i>
PR14	<i>The preparation of the scientific results presentation by means of Beamer</i>
P15	<i>Przedstawienie własnych wyników pracy badawczej w prezentacji multimedialnych</i>
PR15	<i>The multimedia presentation of own scientific results</i>

Metody dydaktyczne / Teaching methods	
1	<i>Wykład z prezentacją multimedialną / Lecture with multimedia presentation</i>
2	<i>Ćwiczenia projektowe / Design exercises</i>





Obciążenie pracą studenta / Workload	
Formy aktywności / Forms of activity	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Estimated number of hours required to complete the task
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Assisted workload (Contact hours):	
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze /	15
Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations	2
Praca własna studenta, w tym: / Student individual (unassisted) workload	1
Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Preparation for laboratories (total number for the semester)	9
Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other unassisted work (total number for the semester)	4
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	30
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit points (total)	1
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / ECTS credit points for practical classes (exercises, laboratories, project)	1

Literatura podstawowa / Recommended literature	
1	„Latex line by line” Antoni Diller. Published by John Wiley & Sons, Inc. 2000 „LATEX wiersz po wierszu”, Wydawnictwo Helion 2001
2	The Beamer class” User Guide for version 3.50. Till Tantau, Joseph Wright, Vedran Miletic. Copyright 2016,2017 by Joseph Wright. http://tug.ctan.org/macros/latex/contrib/beamer/doc/beameruserguide.pdf
3	
Literatura uzupełniająca / Supplementary references	
1	„LaTEX”. Wojciech Myszka. Wydawnictwo PLJ 1992
2	





Macierz efektów kształcenia / Course effects matrix					
Efekt kształcenia Expected learning outcomes	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Course objectives	Treści programowe/ Contents	Metody dydaktyczne Teaching methods	Metody oceny / Form of assessment
EK 1	MSD_W4	C1, C2	W1-W6 L1-L6	1,2	O1
EK 2	MSD_W5	C1, C2	W1-W6 L1-L6	1,2	O1
EK 3	MSD_U2	C1, C2	W1-W6 L1-L6	1,2	O1
EK 4	MSD_U6	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1
EK 5	MSD_U7	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1
EK 6	MSD_U8	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1
EK 7	MSD_U9	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1
EK 8	MSD_U10	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1
EK 9	MSD_K1	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1
EK 10	MSD_K3	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1
EK 11	MSD_K4	C1, C2	W1-W6 L1-L6 P7-P14	1,2	O1

Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass threshold
O1	<i>Zaliczenie z wykładów w formie prezentacji wykonanych prac projektowych</i>	100%





Autor programu / Author:	Dr hab. inż. Marek Borowiec
Adres e-mail:	m.borowiec@pollub.pl
Jednostka organizacyjna/ Institution, Department:	Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics, Mechanical Engineering Faculty, Lublin University of Technology





Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International PhD studies on mechanics
Studia trzeciego stopnia / *Phd studies*

Przedmiot / Subject:	Stabilność i bifurkacje / Stability and bifurcations of structures
Rodzaj przedmiotu / sort of subject:	Obowiązkowy/Obligatory
Kod przedmiotu / Subject code:	
Rok / year:	1
Semestr / Semester:	2
Forma studiów / Mode of studies:	Studia stacjonarne /Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Form of studies:	30/30
Wykład (W) / <i>Lecture (LEC)</i>	15/15
Ćwiczenia (C) / <i>Class (CL)</i>	-
Laboratorium (L) / <i>Laboratory (LAB)</i>	-
Projekt (P) / <i>Project (PR)</i>	-
Seminarium (S) / <i>Seminar (SEM)</i>	15/15
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	2/2
Sposób zaliczenia / <i>Form of exam:</i>	Egzamin pisemny i ustny / <i>Oral and written exam</i>
Język wykładowy / <i>Language:</i>	Język angielski / <i>English</i>

Cel przedmiotu / Subject aim	
C1	Zapoznanie się z zagadnieniami stabilności i bifurkacji. / <i>Acquiring knowledge of stability and bifurcations of structures.</i>
C2	Zapoznanie z praktycznym zastosowaniem metod analizy stabilności i bifurkacji na przykładzie struktur mechanicznych. / <i>Acquiring knowledge of practical application of methods of stability and bifurcation analysis for mechanical structures.</i>

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Initial requirements	
1	Podstawowa wiedza z mechaniki i drgań mechanicznych. / <i>Fundamental knowledge on classical mechanics and mechanical vibrations.</i>
2	Zaawansowana wiedza z zakresu matematyki. / <i>Advanced knowledge on mathematics.</i>

Efekty kształcenia / Expected learning effects	
W zakresie wiedzy / knowledge:	
EK 1	Znajomość najnowszych osiągnięć naukowych w dziedzinie mechaniki / <i>Familiarity with the latest scientific achievements in the field of mechanics</i>
EK 2	Posiada zaawansowaną wiedzę o charakterze szczegółowym w zakresie dynamiki układów mechanicznych, w tym najnowsze osiągnięcia / <i>Advanced knowledge on the latest achievements in the field of dynamics of mechanical structures.</i>
EK3	Posiada zaawansowaną wiedzę o metodologii prowadzenia badań naukowych





	w dyscyplinie Mechanika, a także na temat nowoczesnych narzędzi obliczeniowych wykorzystywanych do badań / <i>Advanced knowledge on the methodology of solving of mechanical problems, and latest computational method applied in mechanics.</i>
	W zakresie umiejętności / skills:
EK 4	<i>Posiada umiejętność planowania i prowadzenia, opartych na dobrej znajomości teorii, badań w zakresie mechaniki i dyscyplin pokrewnych / Ability to evaluate critically the obtained results, to present them and to draw conclusions on the basis of the mechanics theory and its applications.</i>
	W zakresie kompetencji społecznych / social competence:
EK 5	<i>Umiejętność dyskusji wyników w zespole badawczym i rozwijania relacji społecznych / Ability to discuss research results in a team and to keep social relations</i>

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lecture	
	Treści programowe / Subject content
W1 L1	<i>Wprowadzenie do zagadnień stabilności. Przykłady układów mechanicznych. Introduction to stability problems. Examples of applications for mechanical structures.</i>
W2 L2	<i>Definicje stabilności Lagrangea, Lapunowa, Poissona, stabilność orbitalna i techniczna wg. Bogusza. Definitions of stability in Lagrange and Lyapunov sense, orbital and technical stability in Bogusz sense.</i>
W3 L3	<i>Definicje i stabilność punktów osobliwych. Macierz Jakobiego. Definitions and stability of singular fixed points. Jacobi matrix.</i>
W4 L4	<i>Mapy Poincaré. badanie stabilności za pomocą map Poincaré. Poincaré maps. Stability analysis by means of Poincaré maps.</i>
W5 L5	<i>Ruchy regularne i chaotyczne. Wykładniki Lapunowa. Regular and chaotic motions. Lyapunov exponents.</i>
W6 L6	<i>Zastosowanie programu Dynamics do analizy wykładników Lapunowa. Application of Dynamics package software for analysis of Lyapunov's exponents.</i>
W7 L7	<i>Pojęcie macierzy monodromii oraz mnożników Floqueta. Definition of monodromy matrix and Floquet multipliers.</i>
W8 L8	<i>Wprowadzenie do teorii bifurkacji. Podstawy oraz przykłady zastosowania. Introduction to bifurcation theory. Basic concepts and examples of applications.</i>
W9 L9	<i>Bifurkacje punktów osobliwych oraz rozwiązań okresowych. Definicje i klasyfikacja. Bifurcations of fixed points and periodic solutions. Definitions and a classification.</i>
W10 L10	<i>Badanie stabilności punktów osobliwych oraz wybranych bifurkacji w oprogramowaniu Mathematica. Stability and bifurcation analysis in Mathematica software.</i>





W11 L11	<i>Bifurkacje dywergentne, przykłady wyznaczania. Bifurcations of divergent type, examples of determination.</i>
W12 L12	<i>Bifurkacje oscylacyjne. Bifurkacja pod i nadkrytyczna Hopfa, bifurkacja Neimarka-Sackera. Przykłady wyznaczania. Bifurcations of oscillating type. Sub- and super-critical Hopf bifurcation, Neimark-Sacker bifurcation. Examples of determination.</i>
W13 L13	<i>Dynamika i stabilność układów z opóźnieniem czasowym. Dynamics and stability of time delay systems.</i>
W14 L14	<i>Bifurkacje układów z opóźnieniem czasowym. Bifurcations of systems with time delay.</i>
W15 L15	<i>Dynamika, stabilność i bifurkacje układów niegładkich. Informacje podstawowe i przykłady. Dynamics, stability and bifurcations of nonsmooth systems. Basic concepts, definitions and examples.</i>
Forma zajęć - seminarium / Seminar	
S1 SEM1	<i>Problemy stabilności układów mechanicznych. Prezentacje i dyskusja. Problems of stability of mechanical structures. Presentations and discussion.</i>
S2 SEM2	<i>Stabilność w sensie Lagrangea, Lapunowa i Poissona. Przykłady praktyczne. Prezentacje i dyskusja. Stability in Lagrange, Lyapunov and Poisson sense. Practical examples. Presentations and discussion.</i>
S3 SEM3	<i>Definicje i stabilność punktów osobliwych. Macierz Jakobiego. Prezentacje i dyskusja. Definitions and stability of singular fixed points. Jacobi matrix. Presentations and discussion.</i>
S4 SEM4	<i>Stabilność w sensie Bogusza – stabilność techniczna. Przykłady praktyczne. Prezentacje i dyskusja. Stability in Bogusz sense – technical stability. Practical examples. Presentations and discussion.</i>
S5 SEM5	<i>Mapy Poincaré. Badanie stabilności za pomocą map Poincaré. Prezentacje i dyskusja. Poincaré maps. Stability analysis by means of Poincaré maps. Presentations and discussion.</i>
S6 SEM6	<i>Obszary przyciągania rozwiązań. Struktury fraktalne. Badanie stabilności za pomocą map Poincaré. Prezentacje i dyskusja. Basins of attraction. Fractal structures. Stability analysis by means of Poincaré maps. Presentations and discussion.</i>
S7 SEM7	<i>Drgania regularne i chaotyczne. Sposoby przejścia do ruchu chaotycznego. Prezentacje i dyskusja. Regular and chaotic motions. Method of transitions to chaotic motion. Presentations and discussion.</i>
S8 SEM8	<i>Wykładniki Lapunowa – metody wyznaczenia oraz rozpoznawanie rodzaju ruchu. Prezentacje i dyskusja. Lyapunov exponents – methods of determination and detection of type of motion. Presentations and discussion.</i>
S9 SEM9	<i>Zastosowanie programu Dynamics do analizy stabilności układów. Prezentacje i dyskusja. Application of Dynamics package for stability analysis. Presentations and discussion.</i>





S10 SEM10	<i>Problemy wyznaczania macierzy monodromii oraz mnożników Floqueta. Prezentacje i dyskusja. Problems of determination of monodromy matrix and Floquet multipliers. Presentations and discussion.</i>
S11 SEM8	<i>Praktyczne znaczenie punktów bifurkacji. Przykłady. Prezentacje i dyskusja. Practical aspects of bifurcation points. Examples. Presentations and discussion.</i>
S12 SEM12	<i>Bifurkacje punktów osobliwych. Prezentacje i dyskusja. Bifurcations of fixed points. Presentations and discussion.</i>
S13 SEM13	<i>Bifurkacje rozwiązań okresowych. Bifurkacja pod i nadkrytyczna Hopfa, bifurkacja Neimarka-Sackera. Prezentacje i dyskusja. Bifurcations of periodic solutions. Sub- and super-critical Hopf bifurcation, Neimark-Sacker bifurcation. Presentations and discussion.</i>
S14 SEM14	<i>Dynamika, stabilność i bifurkacje układów z opóźnieniem czasowym. Prezentacje i dyskusja. Dynamics, stability and bifurcation of time delay systems. Presentations and discussion.</i>
S15 SEM15	<i>Dynamika, stabilność i bifurkacje układów niegładkich. Przykłady. Prezentacje i dyskusja. Dynamics, stability and bifurcations of nonsmooth systems. Examples. Presentations and discussion.</i>

Metody dydaktyczne / Didactic methods

1	<i>Prezentacje/ Presentations</i>
2	<i>Klasyczny wykład na tablicy/Classical lecture on a blackboard</i>
3	<i>Komputerowe obliczenia symboliczne i numeryczne/Computer symbolic and numerical computations</i>

Obciążenie pracą studenta / Workload

<i>Forma aktywności / Form of activity</i>	<i>Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Work intensity</i>
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Contact hours:	30
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze / Lecture</i>	25
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations</i>	5
Praca własna studenta, w tym: / Individual student's work	20
<i>Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Laboratory preparation</i>	0





Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other preparation	20
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	50
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit	2
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / ECTS credit for practical items	2

Literatura podstawowa / Major recommended literature	
1	Seydel R., <i>Practical Bifurcation and Stability Analysis</i> , Springer, 2010
2	Thomsen J.J., <i>Vibrations and Stability, Advanced Theory, Analysis and Tools</i> , Springer, 2003
3	Nayfeh A.H., Balachandran B., <i>Applied Nonlinear Dynamics. Analytical, Computational, and Experimental Methods</i> , Willey, 1995
4	Wiggins S., <i>Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos</i> , Springer, 2010
Literatura uzupełniająca/ Supplementary references	
1	Nayfeh A.H., <i>Nonlinear Interactions. Analytical Computational, and Experimental Methods</i> , Willey, 2000
2	Warmiński J., Lenci S., Carttmell P. M., Rega G., and Wiercigroch M., <i>Nonlinear Dynamic Phenomena in Mechanical Engineering Systems</i> , Springer, 2011

Macierz efektów kształcenia / Educational effects matrix					
Efekt kształcenia Edu. effect	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Aims	Treści programowe Contents	Metody dydaktyczne Didac. methods	Metody oceny / Method of evaluation
EK 1	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 2	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 3	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 4	MSD_W5-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 5	MSD_W10-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1





Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / Description of evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass threshold
O1	<i>Ocena wiedzy studenta na podstawie rozwiązanego indywidualnego problemu/ Assessment of a student's knowledge on the basis of a solution of an individual task</i>	60%
O2	<i>Prezentacja / Presentation</i>	100%

Autor programu / Author:	prof. dr hab. inż. Jerzy Warminski / Prof. Jerzy Warminski, D.Sc., Ph.D., Eng.
Adres e-mail:	j.warminski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna/ Institution, Department:	Politechnika Lubelska / Lublin University of Technology Wydział Mechaniczny / Faculty of Mechanical Engineering Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics





Karta (sylabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International PhD studies on mechanics
Studia trzeciego stopnia / *Phd studies*

Przedmiot / Subject:	Stabilność i bifurkacje / Stability and bifurcations of structures
Rodzaj przedmiotu / sort of subject:	Obowiązkowy/Obligatory
Kod przedmiotu / Subject code:	
Rok / year:	1
Semestr / Semester:	2
Forma studiów / Mode of studies:	Studia stacjonarne /Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Form of studies:	30/30
Wykład (W) / <i>Lecture (LEC)</i>	15/15
Ćwiczenia (C) / <i>Class (CL)</i>	-
Laboratorium (L) / <i>Laboratory (LAB)</i>	-
Projekt (P) / <i>Project (PR)</i>	-
Seminarium (S) / <i>Seminar (SEM)</i>	15/15
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	2/2
Sposób zaliczenia / <i>Form of exam:</i>	Egzamin pisemny i ustny / <i>Oral and written exam</i>
Język wykładowy / <i>Language:</i>	Język angielski / <i>English</i>

Cel przedmiotu / Subject aim	
C1	Zapoznanie się z zagadnieniami stabilności i bifurkacji. / <i>Acquiring knowledge of stability and bifurcations of structures.</i>
C2	Zapoznanie z praktycznym zastosowaniem metod analizy stabilności i bifurkacji na przykładzie struktur mechanicznych. / <i>Acquiring knowledge of practical application of methods of stability and bifurcation analysis for mechanical structures.</i>

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Initial requirements	
1	Podstawowa wiedza z mechaniki i drgań mechanicznych. / <i>Fundamental knowledge on classical mechanics and mechanical vibrations.</i>
2	Zaawansowana wiedza z zakresu matematyki. / <i>Advanced knowledge on mathematics.</i>

Efekty kształcenia / Expected learning effects	
W zakresie wiedzy / knowledge:	
EK 1	Znajomość najnowszych osiągnięć naukowych w dziedzinie mechaniki / <i>Familiarity with the latest scientific achievements in the field of mechanics</i>
EK 2	Posiada zaawansowaną wiedzę o charakterze szczegółowym w zakresie dynamiki układów mechanicznych, w tym najnowsze osiągnięcia / <i>Advanced knowledge on the latest achievements in the field of dynamics of mechanical structures.</i>
EK3	Posiada zaawansowaną wiedzę o metodologii prowadzenia badań naukowych





	<i>w dyscyplinie Mechanika, a także na temat nowoczesnych narzędzi obliczeniowych wykorzystywanych do badań / Advanced knowledge on the methodology of solving of mechanical problems, and latest computational method applied in mechanics.</i>
	W zakresie umiejętności / skills:
EK 4	<i>Posiada umiejętność planowania i prowadzenia, opartych na dobrej znajomości teorii, badań w zakresie mechaniki i dyscyplin pokrewnych / Ability to evaluate critically the obtained results, to present them and to draw conclusions on the basis of the mechanics theory and its applications.</i>
	W zakresie kompetencji społecznych / social competence:
EK 5	<i>Umiejętność dyskusji wyników w zespole badawczym i rozwijania relacji społecznych / Ability to discuss research results in a team and to keep social relations</i>

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lecture	
	Treści programowe / Subject content
W1 L1	<i>Wprowadzenie do zagadnień stabilności. Przykłady układów mechanicznych. Introduction to stability problems. Examples of applications for mechanical structures.</i>
W2 L2	<i>Definicje stabilności Lagrangea, Lapunowa, Poissona, stabilność orbitalna i techniczna wg. Bogusza. Definitions of stability in Lagrange and Lyapunov sense, orbital and technical stability in Bogusz sense.</i>
W3 L3	<i>Definicje i stabilność punktów osobliwych. Macierz Jakobiego. Definitions and stability of singular fixed points. Jacobi matrix.</i>
W4 L4	<i>Mapy Poincaré. badanie stabilności za pomocą map Poincaré. Poincaré maps. Stability analysis by means of Poincaré maps.</i>
W5 L5	<i>Ruchy regularne i chaotyczne. Wykładniki Lapunowa. Regular and chaotic motions. Lyapunov exponents.</i>
W6 L6	<i>Zastosowanie programu Dynamics do analizy wykładników Lapunowa. Application of Dynamics package software for analysis of Lyapunov's exponents.</i>
W7 L7	<i>Pojęcie macierzy monodromii oraz mnożników Floqueta. Definition of monodromy matrix and Floquet multipliers.</i>
W8 L8	<i>Wprowadzenie do teorii bifurkacji. Podstawy oraz przykłady zastosowania. Introduction to bifurcation theory. Basic concepts and examples of applications.</i>
W9 L9	<i>Bifurkacje punktów osobliwych oraz rozwiązań okresowych. Definicje i klasyfikacja. Bifurcations of fixed points and periodic solutions. Definitions and a classification.</i>
W10 L10	<i>Badanie stabilności punktów osobliwych oraz wybranych bifurkacji w oprogramowaniu Mathematica. Stability and bifurcation analysis in Mathematica software.</i>





W11 L11	<i>Bifurkacje dywergentne, przykłady wyznaczenia.</i> <i>Bifurcations of divergent type, examples of determination.</i>
W12 L12	<i>Bifurkacje oscylacyjne. Bifurkacja pod i nadkrytyczna Hopfa, bifurkacja Neimarka-Sackera. Przykłady wyznaczenia.</i> <i>Bifurcations of oscillating type. Sub- and super-critical Hopf bifurcation, Neimark-Sacker bifurcation. Examples of determination.</i>
W13 L13	<i>Dynamika i stabilność układów z opóźnieniem czasowym.</i> <i>Dynamics and stability of time delay systems.</i>
W14 L14	<i>Bifurkacje układów z opóźnieniem czasowym.</i> <i>Bifurcations of systems with time delay.</i>
W15 L15	<i>Dynamika, stabilność i bifurkacje układów niegładkich. Informacje podstawowe i przykłady.</i> <i>Dynamics, stability and bifurcations of nonsmooth systems. Basic concepts, definitions and examples.</i>
Forma zajęć - seminarium / Seminar	
S1 SEM1	<i>Problemy stabilności układów mechanicznych. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Problems of stability of mechanical structures. Presentations and discussion.</i>
S2 SEM2	<i>Stabilność w sensie Lagrangea, Lapunowa i Poissona. Przykłady praktyczne. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Stability in Lagrange, Lyapunov and Poisson sense. Practical examples. Presentations and discussion.</i>
S3 SEM3	<i>Definicje i stabilność punktów osobliwych. Macierz Jakobiego. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Definitions and stability of singular fixed points. Jacobi matrix. Presentations and discussion.</i>
S4 SEM4	<i>Stabilność w sensie Bogusza – stabilność techniczna. Przykłady praktyczne. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Stability in Bogusz sense – technical stability. Practical examples. Presentations and discussion.</i>
S5 SEM5	<i>Mapy Poincaré. Badanie stabilności za pomocą map Poincaré. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Poincaré maps. Stability analysis by means of Poincaré maps. Presentations and discussion.</i>
S6 SEM6	<i>Obszary przyciągania rozwiązań. Struktury fraktalne. Badanie stabilności za pomocą map Poincaré. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Basins of attraction. Fractal structures. Stability analysis by means of Poincaré maps. Presentations and discussion.</i>
S7 SEM7	<i>Drgania regularne i chaotyczne. Sposoby przejścia do ruchu chaotycznego. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Regular and chaotic motions. Method of transitions to chaotic motion. Presentations and discussion.</i>
S8 SEM8	<i>Wykładniki Lapunowa – metody wyznaczenia oraz rozpoznawanie rodzaju ruchu. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Lyapunov exponents – methods of determination and detection of type of motion. Presentations and discussion.</i>
S9 SEM9	<i>Zastosowanie programu Dynamics do analizy stabilności układów. Prezentacje i dyskusja.</i> <i>Application of Dynamics package for stability analysis. Presentations and discussion.</i>





S10 SEM10	<i>Problemy wyznaczania macierzy monodromii oraz mnożników Floqueta. Prezentacje i dyskusja. Problems of determination of monodromy matrix and Floquet multipliers. Presentations and discussion.</i>
S11 SEM8	<i>Praktyczne znaczenie punktów bifurkacji. Przykłady. Prezentacje i dyskusja. Practical aspects of bifurcation points. Examples. Presentations and discussion.</i>
S12 SEM12	<i>Bifurkacje punktów osobliwych. Prezentacje i dyskusja. Bifurcations of fixed points. Presentations and discussion.</i>
S13 SEM13	<i>Bifurkacje rozwiązań okresowych. Bifurkacja pod i nadkrytyczna Hopfa, bifurkacja Neimarka-Sackera. Prezentacje i dyskusja. Bifurcations of periodic solutions. Sub- and super-critical Hopf bifurcation, Neimark-Sacker bifurcation. Presentations and discussion.</i>
S14 SEM14	<i>Dynamika, stabilność i bifurkacje układów z opóźnieniem czasowym. Prezentacje i dyskusja. Dynamics, stability and bifurcation of time delay systems. Presentations and discussion.</i>
S15 SEM15	<i>Dynamika, stabilność i bifurkacje układów niegładkich. Przykłady. Prezentacje i dyskusja. Dynamics, stability and bifurcations of nonsmooth systems. Examples. Presentations and discussion.</i>

Metody dydaktyczne / Didactic methods

1	<i>Prezentacje/ Presentations</i>
2	<i>Klasyczny wykład na tablicy/Classical lecture on a blackboard</i>
3	<i>Komputerowe obliczenia symboliczne i numeryczne/Computer symbolic and numerical computations</i>

Obciążenie pracą studenta / Workload

<i>Forma aktywności / Form of activity</i>	<i>Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Work intensity</i>
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Contact hours:	30
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze / Lecture</i>	25
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations</i>	5
Praca własna studenta, w tym: / Individual student's work	20
<i>Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze / Laboratory preparation</i>	0





Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze / Other preparation	20
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	50
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit	2
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / ECTS credit for practical items	2

Literatura podstawowa / Major recommended literature	
1	Seydel R., <i>Practical Bifurcation and Stability Analysis</i> , Springer, 2010
2	Thomsen J.J., <i>Vibrations and Stability, Advanced Theory, Analysis and Tools</i> , Springer, 2003
3	Nayfeh A.H., Balachandran B., <i>Applied Nonlinear Dynamics. Analytical, Computational, and Experimental Methods</i> , Willey, 1995
4	Wiggins S., <i>Introduction to Applied Nonlinear Dynamical Systems and Chaos</i> , Springer, 2010
Literatura uzupełniająca/ Supplementary references	
1	Nayfeh A.H., <i>Nonlinear Interactions. Analytical Computational, and Experimental Methods</i> , Willey, 2000
2	Warmiński J., Lenci S., Carttmell P. M., Rega G., and Wiercigroch M., <i>Nonlinear Dynamic Phenomena in Mechanical Engineering Systems</i> , Springer, 2011

Macierz efektów kształcenia / Educational effects matrix					
Efekt kształcenia Edu. effect	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Aims	Treści programowe Contents	Metody dydaktyczne Didac. methods	Metody oceny / Method of evaluation
EK 1	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 2	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 3	MSD_W1-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 4	MSD_W5-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1
EK 5	MSD_W10-W15/ P8S_WG	C1,C2	W1-W15/ L1-L15	1,2,3	O1





Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / Description of evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass threshold
O1	<i>Ocena wiedzy studenta na podstawie rozwiązanego indywidualnego problemu/ Assessment of a student's knowledge on the basis of a solution of an individual task</i>	60%
O2	<i>Prezentacja / Presentation</i>	100%

Autor programu / Author:	prof. dr hab. inż. Jerzy Warminski / Prof. Jerzy Warminski, D.Sc., Ph.D., Eng.
Adres e-mail:	j.warminski@pollub.pl
Jednostka organizacyjna/ Institution, Department:	Politechnika Lubelska / Lublin University of Technology Wydział Mechaniczny / Faculty of Mechanical Engineering Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics





Karta (syllabus) / Syllabus
Międzynarodowe studia doktoranckie w dyscyplinie mechanika /
International Ph.D. studies in mechanics
Studia trzeciego stopnia / Ph.D. studies

Przedmiot / Course title:	Advanced Topics In Finite Element Methods / Zaawansowane Zagadnienia MES
Rodzaj przedmiotu / Course type:	obowiązkowy/obligatory
Kod przedmiotu / Course code:	
Rok / year:	1
Semestr / semester:	2
Forma studiów / Studies type:	Full-time studies
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze / Workload:	30 godz. / 30 h
Wykład (W) / Lectures (LEC)	15 godz. / 15 h
Ćwiczenia (C) / Classes (CL)	–
Laboratorium (L) / Laboratories (LAB)	–
Projekt (P) / Project (PR)	15 godz. / 15 h
Seminarium (S) / Seminar (SEM)	–
Liczba punktów ECTS / ECTS points:	1
Sposób zaliczenia / Form of assessment:	Examin/Exam
Język wykładowy / Language of instruction:	Język angielski / English

Cel przedmiotu / Course objectives	
C1	??
C2	??
C3	??

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji / Prerequisite requirements regarding knowledge and soft competencies	
1	Znajomość podstawowej terminologii i pojęć metody elementów skończonych (węzeł, element skończony, najważniejsze typy elementów skończonych itp.). Pojęcia funkcji kształtu i funkcji aproksymacyjnych. Macierz sztywności elementu, warunek równowagi elementu skończonego. Agregacja globalnej macierzy sztywności. <i>Basic terminology (node, finite element, element types, degrees of freedom, etc.). Concepts of shape functions and interpolation functions. Element stiffness matrix and equilibrium equation. Agregation of a global stiffness matrix.</i>
2	Znajomość podstawowych operacji matematycznych na macierzach i wektorach. Sposoby rozwiązywania algebraicznych układów równań liniowych. Znajomość zagadnienia własnego macierzy. <i>Basic mathematical concepts of vector transformations in 2D/3D space. Principles of solving systems of linear equations. Ideas of eigenvalues and eigenvectors of a matrix.</i>
3	Znajomość programu ABAQUS w stopniu podstawowym (ew. do uzupełnienia we własnym zakresie) <i>A basic familiarity with the Abaqus software (but not absolutely critical)</i>





Efekty kształcenia / Expected learning outcomes	
	W zakresie wiedzy / knowledge:
EK 1	MSD_W1
EK 2	MSD_W2
EK 3	MSD_W3
	W zakresie umiejętności / skills:
EK 3	Uzupełnić na podstawie programu studiów
EK 4	
EK 5	
	W zakresie kompetencji społecznych / social competencies:
EK 6	Uzupełnić na podstawie programu studiów
EK 7	

Treści programowe przedmiotu / Subject content	
Forma zajęć – wykłady / Lectures	
Treści programowe / Schedule	
W 1 L 1	Element prętowy – macierz sztywności; obliczanie naprężeń w elemencie prętowym. Rozwiązanie numeryczne metodą elementów skończonych i ścisłe rozwiązanie równania równowagi pręta – porównanie wyników. Transformacja macierzy sztywności elementu prętowego w układzie 2D/3D, sformułowanie układu równań kratownicy. <i>Bar element stiffness; computation of stress for a bar element. Comparison of the FEM solution and the exact solution for a bar. Transformation matrix and stiffness matrix for a bar in 2D/3D space; development of truss equilibrium equations.</i>
W 2 L 2	Element belkowy – macierz sztywności; obliczanie naprężeń w elemencie belkowym; tworzenie macierzy sztywności belki wieloelementowej. Rozwiązanie numeryczne metodą elementów skończonych i ścisłe rozwiązanie równania równowagi belki – porównanie wyników. Sformułowanie układu równań równowagi ramy/rusztu. <i>Beam element stiffness; computation of stress for a beam element; assemblage of beam stiffness matrices. Comparison of the FEM solution and the exact solution for a beam. Development of a general 2D frame/grid equilibrium equations.</i>
W 3 L 3	Analiza stanu naprężenia i odkształcenia w układzie przestrzennym. Płaski stan naprężenia, płaski stan odkształcenia. Sztywności zredukowane w płaskim stanie naprężeń i płaskim stanie odkształceń. Elementy skończone przestrzenne prostopadłościowe i czworoboczne; element skończony płytowy. <i>Three dimensional stress and strain analysis. The plain stress and plain strain conditions equations; reduced stiffnesses. Tetrahedral and hexahedral elements; plate bending element.</i>





W 4 L 4	Przewodzenie ciepła. Zagadnienie stacjonarnego przepływu ciepła – równanie różniczkowe. Sformułowanie zagadnienia w układzie jedno i dwu-wymiarowym. Zagadnienia termosprężystości materiału/konstrukcji. Heat transfer. Basic differential equation of heat transfer with convection. 1D and 2D finite element formulation. Thermoelastic effect, thermoelasticity of a structure.
W 5-6 L 5-6	Podstawy numeryczne MES i algebry liniowej. Metody rozwiązywania układów algebraicznych równań liniowych. Szacowanie błędu rozwiązania, błąd dyskretyzacji. Wyznaczanie wartości i wektorów własnych macierzy. Interpretacja fizyczna wektorów i wartości własnych. Stateczność pręta ściskanego. Numerical and linear algebra . Solution of equilibrium problems (systems of linear algebraic equations), estimation of the solution error.
W 7-8 L 7-8	Dynamika konstrukcji I. Analiza modalna. Dynamiczne równania ruchu; konsystentna i niekonsystentna postać macierzy bezwładności konstrukcji. Analiza harmoniczna stanu ustalonego; dokładność rozwiązania a obcięcie postaci własnych. Structural Dynamics I. Modal analysis. Dynamic governing equations, consistent and lumped forms of mass matrices. Harmonic response analysis, modal truncation error.
W 9-10 L 9-10	Dynamika konstrukcji II. Całkowanie równań różniczkowych ruchu w dziedzinie czasu, dynamika układów w stanach przejściowych. Explicit dynamic analysis. Structural Dynamics II. Integration of governing equations in time domain, Transient dynamic analysis.
W 11-12	Zagadnienia nieliniowe w programach numerycznych metody elementów skończonych (nieliniowość równania konstytutywnego, nieliniowości geometryczne konstrukcji etc.). Nonlinear FEM procedures (geometric non-linearity; material non-linearity – the theory of plasticity in a FEA context).
W 13	Modelowanie nowoczesnych/zaawansowanych materiałów konstrukcyjnych w programach numerycznych metody elementów skończonych (materiały z pamięcią kształtu, materiały piezoceramiczne itp.). Równania konstytutywne ww. materiałów, typy elementów skończonych, stopnie swobody. Modelling modern/advanced materials in FE software (shape memory alloys, piezoceramics etc.). Constitutive equations of advanced materials, common FE types used for modelling these materials, degrees of freedom.
W 14-15 L 14-15	Automatyzacja obliczeń numerycznych metodą elementów skończonych. Przygotowywanie własnych skryptów w języku Python, uruchamianie skryptów użytkownika z poziomu programu ABAQUS. Authomation of the finite element calculations. Preparing own scripts in Python language, running user scripts by the commercial FE software (ABAQUS).
Forma zajęć – laboratoria / Laboratories	
Treści programowe / Schedule	
L1 LAB1	<i>Polish</i> <i>English</i>
L2 LAB2	<i>Polish</i> <i>English</i>





	USUNĄĆ BO TO NIE DOTYCZY
Forma zajęć – projekt / Project	
	Treści programowe / Schedule
P 1	<i>Polish</i>
PR 1	<i>English</i>

Metody dydaktyczne / Teaching methods	
1	Wykład informacyjny z wykorzystaniem środków audiowizualnych. Na zajęciach są omawiane treści teoretyczne oraz przykłady zastosowań. <i>Lecture in a form of multimedia presentation discussing both the theoretical issues of the topic as well as its implementation in FE code and practical (real-life) applications.</i>
2	Projekt – zajęcia praktyczne polegające na pracy z programem ABAQUS – samodzielne wykonanie symulacji numerycznych pod nadzorem prowadzącego. Zajęcia aktywizujące związane z praktycznym działaniem studentów. <i>Project will be pursued through practical training carried out by teacher supervising students preparing and running their numerical simulations in ABAQUS software. Active form of learning related to practical involvement of students.</i>

Obciążenie pracą studenta / Workload	
Formy aktywności / Forms of activity	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności / Estimated number of hours required to complete the task
Godziny kontaktowe z wykładowcą, / Assisted workload (Contact hours):	<i>Patrz program studiów</i>
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie zajęć dydaktycznych – łączna liczba godzin w semestrze /</i>	30
<i>Godziny kontaktowe z wykładowcą, realizowane w formie konsultacji w odniesieniu – łączna liczba godzin w semestrze / Consultations</i>	
Praca własna studenta, w tym: / Student individual (unassisted) workload	
<i>Przygotowanie się do laboratorium – łączna liczba godzin w semestrze /</i>	





Preparation for laboratories (total number for the semester)	
<i>Przygotowanie się do zajęć, indywidualna praca studenta – łączna liczba godzin w semestrze /</i> Other unassisted work (total number for the semester)	
Łączny czas pracy studenta / Total preparation time	
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu: / ECTS credit points (total)	1 pkt / 1 pt
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym (ćwiczenia, laboratoria, projekty) / ECTS credit points for practical classes (exercises, laboratories, project)	

Literatura podstawowa / Recommended literature	
1	Cook R.D.: Finite Element Modelling for Stress Analysis. John Wiley & Sons.
2	Bathe K.J.: Finite Element Procedures.
3	Reddy J.N.: An Introduction to the Finite Element Method. McGraw-Hill.
Literatura uzupełniająca / Supplementary references	
1	Bonet J., Wood R.D.: Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis. Cambridge University Press.
2	Reddy J.N., Gartling D.K.: The Finite Element Method in Heat Transfer and Fluid Dynamics. CRC Press.
3	Petyt M.: Introduction to Finite Element Vibration Analysis. Cambridge University Press.
4	Dhondt G.: The Finite Element Method for Three-dimensional Thermomechanical Applications. John Wiley & Sons.





Macierz efektów kształcenia / Course effects matrix - przykład					
Efekt kształcenia Expected learning outcomes	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK) / Effect No.	Cele przedmiotu/ Course objectives	Treści programowe/ Contents	Metody dydaktyczne Teaching methods	Metody oceny / Form of assessment
EK 1	IB2A_W17	C1, C2	W1-W4 L1-L4	1,2	O2, O4
EK 2	IB2A_W17	C1, C2	W2-W7 L2-L10	1,2	O2, O4
EK 3	IB2A_W05 IB2A_W07	C1, C2	W8-W15 L2, L4, L5-L15,	1,2	O2, O4
EK 4	IB2A_W05 IB2A_W07 IB2A_U08 IB2A_U09	C1, C2, C3	W2-W4 W8 L2, L5, L8	1,2	O2, O4
EK 5	IB2A_W05 IB2A_U08 IB2A_U09	C1, C2, C3	W5-W7 L3, L6,L9	1,2	O2, O4
EK 6	IB2A_K07	C1, C2, C3	W8-W15 L4, L7 L8-L15	1,2	O2, O4
EK 7	IB2A_K07	C1, C2, C3	W1-W15 L1-L15	1,2	O2, O4

Metody i kryteria oceny / Evaluation methods		
Symbol metody oceny/ Symbol of evaluation method	Opis metody oceny / evaluation method	Próg zaliczeniowy / Pass threshold
O1	Zaliczenie pisemne z ćwiczeń	50%
O2	Zaliczenie pisemne z wykładów	50%
O3	Egzamin	60%
O4	Sprawozdania z wykonanych doświadczeń laboratoryjnych	100%

Autor programu / Author:	Dr hab. inż. J. Latański
Adres e-mail:	
Jednostka organizacyjna/ Department:	Katedra Mechaniki Stosowanej / Department of Applied Mechanics, Mechanical Engineering Faculty, Lublin University of Technology



