

## KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Modelowanie układów wielocząłonowych**

Nazwa w języku angielskim: **Modelling of multibody systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automotive Engineering**

Stopień studiów i forma: **II stopień, stacjonarna**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM041405**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)				30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)				60	
Forma zaliczenia				Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS				2	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)				1.4	

### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu teorii maszyn i mechanizmów
2. Umiejętność analizy klasycznej kinematyki i kinetostatyki mechanizmów

### CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie z zasadami budowy dyskretnych modeli obliczeniowych układów wielocząłonowych
- C2. Poznanie zasad planowania badań, uwzględniania warunków pracy (min. wymuszenia kinematyczne, wymuszenia dynamiczne, obciążenia - w tym masowe) układów wielocząłonowych w komputerowych systemach analizy dynamiczne
- C3. Nabycie przez studenta umiejętności krytycznej oceny uzyskanych wyników badań symulacyjnych maszyn i urządzeń w komputerowych systemach analizy dynamicznej

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

### I. Z zakresu wiedzy:

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 - Umiejętność zastosowania profesjonalnego systemu do symulacji i analizy dynamicznej układów wieloczołonowych

PEK\_U02 - Umiejętność modelowania warunków obciążeń i charakteru pracy mechanizmu oraz umiejętność analizy otrzymanych wyników z symulacji pracy układu wieloczołonowego

PEK\_U03 - Umiejętność wykonania obliczeń kinematyki i dynamiki wybranych grup mechanizmów

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 - nabycie umiejętności ponoszenia odpowiedzialności za wykonaną pracę

PEK\_K02 - nabywa dbałość o estetykę wykonywanych prac, w tym projektów i raportów

## TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie do zasad budowania modeli układów wieloczołonowych	2
Proj2	Podstawy modelowania mechanizmów w systemie MD.Adams – modelowanie członów, par kinematycznych, wymuszeń kinematycznych	3
Proj3	Podstawy modelowania mechanizmów w systemie MD.Adams – modelowanie obciążeń oraz przeprowadzanie obliczeń i analiza wyników	3
Proj4	Test z modelowania układu wieloczołonowego	2
Proj5	Analiza kinematyczna i kinetostatyczna mechanizmów dźwigniowych – budowa modeli wirtualnych	2
Proj6	Badanie własności kinematycznych i dynamicznych mechanizmu dźwigniowego (projekt)	2
Proj7	Analiza przekładni zębatych (stałych, planetarnych i różnicowych)– zasady budowy modeli wirtualnych	2
Proj8	Badanie charakterystyk przekładni zębatych (projekt)	3
Proj9	Budowa modeli manipulatorów - zadanie proste i odwrotne kinematyki	3
Proj10	Badania symulacyjne manipulatora (project)	3
Proj11	Budowa modeli układów przestrzennych - więzy, wymuszenia	2
Proj12	Modelowanie i symulacje układów przestrzennych (projekt)	3
		Suma: 30

## STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna - przygotowanie do projektu

N2. prezentacja multimedialna

N3. prezentacja projektu

N4. konsultacje

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Projekt)		
Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_U01-PEK_U03 PEK_K01-PEK_K02	Ocena z testu
F2	PEK_U01-PEK_U03 PEK_K01-PEK_K02	Średnia ocen z projektów
$P = 0,2 \cdot F1 + 0,8 \cdot F2$		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA
<p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003.</li> <li>2. Frączek J., Wojtyra M.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007</li> <li>3. MD. Adams – Reference Manual, 2008.</li> <li>4. Haug E.J.: Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Allyn and Bacon, Boston 1989</li> <li>5. Norton R., L.: Design of Machinery, An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms of machines. WCB, McGraw-Hill, Boston, 1999.</li> <li>6. Shabana A. Ahmed: Computational Dynamics, . A Wiley-Interscience Publications, NewYork, 1994.</li> </ol> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna wydawnicza PWr. Wrocław 1996.</li> <li>2. Waldron J., Kinzel G.; Kinematics, dynamics and design of machinery, John Wiley &amp; Sons, Inc. New York, 1999</li> </ol>

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU <b>Modelowanie układów wieloczłonowych</b> Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU <b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>				
Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_U01- PEK_U03	K2MBM_AE_U13	C1-C3	Proj1-Pr12	N1-N4

PEK_K01- PEK_K02	K2MBM_AE_K03, K2MBM_AE_K05	C1-C3	Proj1-Proj12	N1-N4
---------------------	----------------------------	-------	--------------	-------

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Krzysztof Bałchanowski tel.: 71 320-27-10 email: [jacek.balchanowski@pwr.edu.pl](mailto:jacek.balchanowski@pwr.edu.pl)

## SUBJECT CARD

Name in Polish: **Modelowanie układów wieloczłonowych**

Name in English: **Modelling of multibody systems**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Specialization (if applicable): **Automotive Engineering**

Level and form of studies: **II level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM041405**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)				30	
Number of hours of total student workload (CNPS)				60	
Form of crediting				Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points				2	
including number of ECTS points for practical (P) classes				2	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes				1.4	

### PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of the theory of machines and mechanisms
2. Ability to analyze the kinematics and kinetostatics of mechanisms

### SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding of building of discrete computational multibody models
- C2. Understanding the principles of planning research, taking into account the working conditions (kinematic excitations, dynamic excitations, forces, torques, masses in multibody dynamic analysis of computer systems
- C3. Ability to critically assess the results of simulations of machinery in computer systems for dynamic analysis

## SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

### I. Relating to knowledge:

### II. Relating to skills:

PEK\_U01 - Ability to apply professional computer system for simulating and analyzing dynamic multibody

PEK\_U02 - The ability to model the loads and the nature of work and the ability to analyze the mechanism of the results of the simulation of the multi-segment

PEK\_U03 - The ability to compute the kinematics and dynamics of selected groups of mechanisms

### III. Relating to social competences:

PEK\_K01 - Knowledge of how to take responsibility for own work

PEK\_K02 - Acquires care about the aesthetics of the work, including projects and reports

## PROGRAMME CONTENT

Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	An introduction to the principles of building a multibody models	2
Proj2	Basics of modeling mechanisms in the MD.Adams system - modeling links, kinematic pairs, kinematic excitations	3
Proj3	Basics of modeling mechanisms in the MD.Adams system - modeling loads and perform calculations and analysis of results	3
Proj4	The test of modeling multibody system	2
Proj5	Kinematic and kinetostatic analysis of linkage mechanisms - building virtual models	2
Proj6	The analysis of kinematic and dynamic properties of the linkage mechanism (project)	2
Proj7	Analysis of gears (normal, planetary and differential) - principles of construction of virtual model	2
Proj8	The analysis of kinematic and dynamic properties of the gears (project)	3
Proj9	Building models of manipulators - direct and inverse task of kinematics	3
Proj10	Simulation researches of manipulators (project)	3
Proj11	Building models of spatial mechanisms - constraints, excitations	2
Proj12	Modeling and simulations of spatial mechanisms (project)	3
		Total hours: 30

## TEACHING TOOLS USED

N1. self study - preparation for project class

N2. multimedia presentation

N3. project presentation

N4. tutorials

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Project)		
Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_U01-PEK_U03 PEK_K01-PEK_K02	Evaluation of test
F2	PEK_U01-PEK_U03 PEK_K01-PEK_K02	The average of projects evaluation
$P = 0,2 \cdot F1 + 0,8 \cdot F2$		

#### PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

##### PRIMARY LITERATURE

1. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003.
2. Frączek J., Wojtyra M.: Metoda układów wieloczłonowych w dynamice mechanizmów. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2007.
3. MD. Adams – Reference Manual, 2008.
4. Haug E.J.: Computer Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems. Allyn and Bacon, Boston 19895.
5. Norton R., L.: Design of Machinery, An introduction to the synthesis and analysis of mechanisms of machines. WCB, McGraw-Hill, Boston, 1999.
6. Shabana A. Ahmed: Computational Dynamics, . A Wiley-Interscience Publications, NewYork, 1994.

##### SECONDARY LITERATURE

1. Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna wydawnicza PWr. Wrocław 1996.
2. Waldron J., Kinzel G.; Kinematics, dynamics and design of machinery, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1999

#### MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT **Modelling of multibody systems** AND EDUCATIONAL EFFECTS FOR MAIN FIELD OF STUDY **Mechanical Engineering and Machine Building**

Subject educational effect	Correlation between subject educational effect and educational effects defined for main field of study and specialization (if applicable)	Subject objectives	Programme content	Teaching tool number
PEK_U01-PEK_U03	K2MBM_AE_U13	C1-C3	Proj1 to Proj12	N1-N4
PEK_K01-PEK_K02	K2MBM_AE_K03, K2MBM_AE_K05	C1-C3	Proj1 to Proj12	N1-N4

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Krzysztof Bałchanowski tel.: 71 320-27-10 email: [jacek.balchanowski@pwr.edu.pl](mailto:jacek.balchanowski@pwr.edu.pl)