

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria mechanizmów i manipulatorów**

Nazwa w języku angielskim: **Theory of Mechanisms and Manipulators**

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

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM031023 (MMM031323)**

Grupa kursów: **nie**

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	30			30	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	60			90	
Forma zaliczenia	Egzamin			Zaliczenie na ocenę	
Grupa kursów					
Liczba punktów ECTS	2			3	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				3	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1.2			2.1	

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza w zakresie analizy matematycznej, algebry macierzy
2. Wiedza w zakresie podstawowych praw statyki, kinematyki i dynamiki
3. Umiejętność analizy równań, wyznaczania pochodnych, prostych działań na macierzach i wektorach

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie struktury, kinematyki i dynamiki mechanizmów i manipulatorów
C2. Poznanie i rozumienie własności podstawowych typów mechanizmów i manipulatorów
C3. Nabycie umiejętności wyznaczania wielkości kinematycznych i dynamicznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Rozumie podstawy teoretyczne budowy strukturalnej mechanizmów maszyn i robotów

PEK_W02 - Zna metody analizy kinematycznej i dynamicznej układów kinematycznych

PEK_W03 - Potrafi interpretować wyniki analiz, oceniać ich poprawność

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi ocenić poprawność strukturalną układów kinematycznych i jej skutki

PEK_U02 - Potrafi wyznaczać wielkości kinematyczne i dynamiczne

PEK_U03 - Potrafi budować modele prostych, płaskich mechanizmów i manipulatorów

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Posiada przekonanie o odpowiedzialności za wykonaną pracę

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – Wykład		Liczba godzin
Wy1	Struktura mechanizmów, własności ruchowe, więzy bierne	3
Wy2	Kinematyka mechanizmów - metody grafo-analityczne	3
Wy3	Metody analityczne kinematyki (wektory, rzuty, pochodne)	2
Wy4	Przekładnie zębate obiegowe	2
Wy5	Charakterystyka manipulatorów. Układy płaskie szeregowie i równoległe	2
Wy6	Kinematyka manipulatorów płaskich, jakobian	2
Wy7	Opis macierzowy układów przestrzennych	2
Wy8	Notacja Denavita-Hartenberga	2
Wy9	Wprowadzenie do dynamiki mechanizmów	2
Wy10	Analiza kinetostatyczna	3
Wy11	Analiza sił z tarcieniem, sprawność	3
Wy12	Badanie ruchu układów płaskich	2
Wy13	Nierównomierność biegu maszyny, sposoby regulacji	2
		Suma: 30
Forma zajęć – Projekt		Liczba godzin
Proj1	Wprowadzenie do modelowania mechanizmów w programie SAM (Simulation and Analysis of Mechanisms) – przykłady symulacji	2
Proj2	Struktura mechanizmów: zasady schematyzacji, analiza strukturalna - klasyfikacja par kinematycznych, określanie ruchliwości (kartkówka, zadanie projektowe)	2
Proj3	Reguły modelowania w SAM, samodzielne tworzenie prostych modeli, symulacja pracy, prezentacja wyników.	2
Proj4	Modelowanie mechanizmów z wymiarami, definiowanie napędów, mas, obciążeń.	2
Proj5	Analiza kinematyczna - wyznaczanie położenia (zadanie projektowe)	2

Proj6	Analiza kinematyczna – wyznaczanie prędkości i przyspieszeń – metody wektorowe (kartkówka, zadanie projektowe).	2
Proj7	Analiza kinematyczna – wyznaczanie prędkości i przyspieszeń w programie SAM (zadanie projektowe)	2
Proj8	Analiza kinematyczna metodami analitycznymi: równania konturowe, wektory, rzuty, pochodne (zadanie projektowe).	2
Proj9	Manipulatory płaskie – macierzowy opis kinematyki (zadanie projektowe).	2
Proj10	Modelowanie manipulatorów w programie SAM: zadanie proste i odwrotne (zadanie projektowe).	2
Proj11	Analiza mechanizmów obiegowych, wyznaczanie przełożeń (kartkówka, zadanie projektowe).	2
Proj12	Modelowanie przekładni obiegowych i mechanizmów dźwigniowo-zębatych w programie SAM (zadanie projektowe).	2
Proj13	Wyznaczanie sił oddziaływania i wielkości równoważących (kartkówka, zadanie projektowe).	2
Proj14	Wyznaczanie sił oddziaływania z uwzględnieniem tarcia (kartkówka, zadanie projektowe).	2
Proj15	Analiza sił dynamicznych w programie SAM	2
		Suma: 30

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład problemowy
- N2. praca własna - przygotowanie do projektu
- N3. rozwiązanie zadania projektowego
- N4. konsultacje
- N5. praca własna - przygotowanie do egzaminu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA (Wykład)

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	egzamin pisemny
P = Ocena z egzaminu		

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_U02, PEK_U03	obrona projektu
F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01	kartkówka
P = średnia wszystkich ocen		

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003; Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Teoria mechanizmów i manipulatorów. WNT 2002; Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1996; Gronowicz A. i inni: Teoria maszyn i mechanizmów. Zestaw problemów analizy i projektowania. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2002

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Olędzki A.: Podstawy teorii maszyn i mechanizmów. WNT 1987; Morecki A., Oderfeld J.: Teoria maszyn i mechanizmów. PWN 1987; Waldron K., Kinzel G.: Kinematics, Dynamics and Design of Machinery. John Wiley & Sons, Inc. 1999

MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU **Teoria mechanizmów i manipulatorów** Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU **Mechanika i Budowa Maszyn**

Przedmiotowy efekt kształcenia	Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności	Cele przedmiotu	Treści programowe	Numer narzędzia dydaktycznego
PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	K1MBM_W17	C1, C2, C3	Wy1 - Wy13	N1 - N5
PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	K1MBM_U11	C2, C3	Pr1 - Pr15	N2, N3, N4
PEK_K01	K1MBM_K04	C3	Pr1 - Pr15	N3

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria mechanizmów i manipulatorów**

Name in English: **Theory of Mechanisms and Manipulators**

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

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM031023 (MMM031323)**

Group of courses: **no**

	Lecture	Classes	Laboratory	Project	Seminar
Number of hours of organized classes in University (ZZU)	30			30	
Number of hours of total student workload (CNPS)	60			90	
Form of crediting	Examination			Crediting with grade	
Group of courses					
Number of ECTS points	2			3	
including number of ECTS points for practical (P) classes				3	
including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes	1.2			2.1	

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of mathematical analysis, matrix algebra
2. Knowledge of fundamental laws in statics, kinematics and dynamics
3. Skill in function analysis, derivatives, basic matrix and vector operations

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire knowledge in topology, kinematics and dynamics of mechanisms and manipulators
- C2. Acquire and understanding of basic mechanisms and manipulators
- C3. Getting skills in determining kinematic and dynamic parameters

SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Understands theoretical fundamentals of mechanism and robot topology

PEK_W02 - Has the knowledge of kinematic and dynamic analysis methods

PEK_W03 - Is able to commentate results of analysis, evaluate their correctness

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is able to evaluate topological correctness of kinematic systems

PEK_U02 - Is able to determine kinematic and dynamic properties

PEK_U03 - Is able to create models of simple planar mechanisms and manipulators

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Has a conviction of responsibility for the work done

PROGRAMME CONTENT

Form of classes – Lecture		Number of hours
Lec1	Topology of mechanisms, movable properties, redundant constraints	3
Lec2	Kinematics of mechanisms - graphic-analytical methods	3
Lec3	Analytical methods in kinematics (vectors, projections, time derivatives)	2
Lec4	Planetary gear trains	2
Lec5	Manipulators' properties. Planar serial and parallel systems	2
Lec6	Kinematics of planar manipulators, jacobian	2
Lec7	Matrix description of spatial systems	2
Lec8	Denavit-Hartenberg notation	2
Lec9	Introduction to mechanisms' dynamics	2
Lec10	Kinetostatic analysis	3
Lec11	Friction in joints, efficiency	3
Lec12	Dynamic motion analysis	2
Lec13	Fluctuation of machine motion, flywheels	2
		Total hours: 30
Form of classes – Project		Number of hours
Proj1	Introduction to modelling mechanisms in SAM (Simulation and Analysis of Mechanisms) – presentation of examples	2
Proj2	Mechanisms' topology: rules of drawing digrams, topology analysis - joint classification, mobility (test, project)	2
Proj3	Rules of creating models in SAM system, creating simple models, model motion simulation, presentation of analysis results	2
Proj4	Dimensional modelling of mechanisms, drivers' definition, massis, external loads	2
Proj5	Kinematic analysis - position analysis (project)	2

Proj6	Kinematic analysis - velocity and acceleration determination - vector methods (test, project)	2
Proj7	Kinematic analysis - velocity and acceleration determination using SAM (project)	2
Proj8	Kinematic analysis using analytical methods: loop equation, vectors, projections, time derivatives (project)	2
Proj9	Planar manipulators - kinematic analysis using matrix notation	2
Proj10	Modelling manipulators in SAM: forward and inverse tasks (project)	2
Proj11	Analysis of planetary transmissions, angular velocity ratio determination (test, project)	2
Proj12	Modelling of planetary transmissions and gear linkage mechanisms using SAM (project)	2
Proj13	Joint force and external equilibrium determination (test, project)	2
Proj14	Determination of joint forces including friction (test, project)	2
Proj15	Dynamic force analysis using SAM	2
		Total hours: 30

TEACHING TOOLS USED

- N1. problem lecture
- N2. self study - preparation for project class
- N3. individual project
- N4. tutorials
- N5. preparation for examination

EVALUATION OF SUBJECT EDUCATIONAL EFFECTS ACHIEVEMENT (Lecture)

Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end))	Educational effect number	Way of evaluating educational effect achievement
F1	PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03	written examination
P = Ocena z egzaminu		

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_U02, PEK_U03	project defence

F2	PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01	test
P = średnia wszystkich ocen		

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Gronowicz A.: Fundamentals of kinematic systems analysis (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003; Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Theory of mechanisms and manipulators (in Polish). WNT 2002; Miller S.: Theory of machines and mechanisms. Analysis of mechanical systems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1996; Gronowicz A. i inni: Theory of machines and mechanisms. Set of analysis and synthesis problems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2002

SECONDARY LITERATURE

Olędzki A.: Fundamentals of machines and mechanisms theory (in Polish). WNT 1987; Morecki A., Oderfeld J.: Theory of machines and mechanisms (in Polish). PWN 1987; Waldron K., Kinzel G.: Kinematics, Dynamics and Design of Machinery. John Wiley & Sons, Inc. 1999

MATRIX OF CORRELATION BETWEEN EDUCATIONAL EFFECTS FOR SUBJECT **Theory of Mechanisms and Manipulators** 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_W01, PEK_W02, PEK_W03	K1MBM_W17	C1, C2, C3	Lec1-Lec13	N1 - N5
PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03	K1MBM_U11	C2, C3	Proj1- Proj15	N2, N3, N4
PEK_K01	K1MBM_K04	C3	Proj1- Proj15	N3

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Antoni Gronowicz tel.: 71 320-27-10 email: antoni.gronowicz@pwr.edu.pl